

В номере:

Тема номера

Дорога длиною в 60 лет **стр. 3**

Предметный разговор

КОММод: издание второе,
дополненное **стр. 24**

Мастер-класс

Солнце под контролем **стр. 36**

Репортаж

Самые крупные
о самом важном **стр. 52**

Александр Ильенко:

«Когда ты сталкиваешься с работой энергосистемы –
это действительно захватывающе»

стр. 29



На обложке



Александр Ильенко
Директор по управлению развитием
АО «СО ЕЭС»

Содержание:

Тема номера	
Дорога длиною в 60 лет	3
Предметный разговор	
КОММод: издание второе, дополненное	24
Без галстука	
Александр Ильенко: «Когда ты сталкиваешься с работой энергосистемы – это действительно захватывающе»	29
Мастер-класс	
Солнце под контролем	36
Люди-легенды	
Георгий Мамаджанянц – «мама» ОДУ Востока	43
Репортаж	
Самые крупные о самом важном	52
Собственный корреспондент	
История сибирской энергетики, запечатленная в значках и медалях	57

Над номером работали:

Дмитрий Батарин	Андрей Сермавбрин
Андрей Берсенин	Мария Парфенова
Евгений Рябовол	Дмитрий Коростелев
Юлия Толкачева	Лариса Кошкина
Юрий Беляев	Евгения Усенко
Анна Хяккинен	Мария Тасуева

Благодарим за помощь в подготовке номера:

Федора Опадчего	Сергея Никифорова
Александра Ильенко	Романа Наумкина
Алексея Хлебова	Максима Тюлькина
Александра Работина	Ольгу Лонцакову
Михаила Шломова	Сергея Кушнира
Андрея Саргуна	Владимира Дьячкова
Андрея Останина	Татьяну Телушкину
Романа Кулагина	Василия Филина

ДОРОГА ДЛИНОЮ В 60 ЛЕТ

В сентябре 2019 года Филиал АО «СО ЕЭС» «Объединенное диспетчерское управление энергосистемы Сибири» (ОДУ Сибири) отметил свое 60-летие. В честь юбилея вспомним славные страницы истории и расскажем о новых достижениях этого выдающегося коллектива профессионалов.



Объединение территориальных энергосистем Сибири проходило в рекордно короткие сроки на волне индустриализации 60-х годов

История ОДУ Сибири началась в сентябре 1959 года с приказа «Союзглавэнерго» о создании Объединенного диспетчерского управления энергосистемами Западной Сибири. Главной задачей новой организации стало формирование объединенной энергосистемы путем перевода отдельно работающих территориальных энергосистем на параллельную работу. Создать и возглавить диспетчерский центр с местонахождением в городе Кемерово было доверено Владимиру Николаевичу Ясникову – талантливому руководителю и опытному энергетик. Владимир Николаевич организовал в Кузбассе в 1936 году первую в Сибири диспетчерскую службу энергосистемы, занимал должности главного инженера, а затем начальника предприятия «Кузбассэлектросети», был директором Кемеровской ГРЭС. В 1948 году был удостоен звания Лауреата Государственной премии СССР 2-й степени за разработку новой сложной технологии пофазного ремонта линий высокого напряжения без перерыва энергоснабжения.

Объединение территориальных энергосистем началось с Новосибирской и Омской, к которым затем была подключена энергосистема Кузбасса. 18 ноября 1960 года по первой в Сибири ВЛ 220 кВ Беловская ГРЭС – Новосибирская ГЭС три энергосистемы были включены на параллельную работу. 13 ноября 1961 года на параллельную работу включена Красноярская энергосистема, 4 сентября 1963 года – Томская, 31 декабря 1963 года – Барнаульская (ныне Ал-

тайская) энергосистема. В 1966 году с присоединением Иркутской и Бурятской энергосистем ОДУ Западной Сибири было преобразовано в ОДУ Сибири.

Объединение территориальных энергосистем Сибири проходило в рекордно короткие сроки на волне индустриализации 60-х годов. С первых дней образования ОДУ на плечи его работников легла ответственность за решение ключевых задач развития электроэнергетики региона. Это было время великих энергетических строек. В 1961 году введен в эксплуатацию первый гидрогенератор Братской ГЭС – самой крупной электростанции Ангарского каскада. В этом же году пущены первые энергоблоки Назаровской ГРЭС и Красноярской ГРЭС-2. В 1963 году на Томь-Усинской ГРЭС запустили первый из четырех блоков единичной мощностью 200 МВт, в те годы он был самым современным в стране. Началось строительство Усть-Илимской ГЭС, первые два агрегата которой пущены в 1974 году. В 1964 году поставлен под нагрузку первый энергоблок Беловской ГРЭС. В 1967 году включен в работу первый гидрогенератор Красноярской ГЭС, которая до 1978 года была самой мощной гидроэлектростанцией в мире, пока не построили Саяно-Шушенскую ГЭС. Южно-Кузбасская ГРЭС уже работала, развивалась Ново-Кемеровская ТЭЦ, строились станции в Барнауле. В Новосибирске пускали новые агрегаты на ТЭЦ-2, ТЭЦ-4. Энергообъединение обрастало новыми линиями высокого напряжения – 500 и 220 кВ.

В 1966–1969 годах в ОДУ Сибири в сотрудничестве с институтом «Энергосетьпроект» была разработана и внедрена первая в СССР централизованная система автоматического регулирования частоты и мощности (ЦС АРЧМ), позволившая обеспечить надежную параллельную работу восточной и западной частей энергообъединения по воздушным линиям.

Соединение энергосистем сибирских регионов на параллельную работу и ввод мощных ГЭС стали стимулом к развитию противоаварийной автоматики. При передаче электроэнергии по длинным связям возникали проблемы с устойчивостью. В Сибири промышленное внедрение противоаварийной автоматики началось с линий электропередачи 500 кВ Братск – Иркутск и Братск – Красноярск. На этих ЛЭП впервые в стране было применено отключение нагрузки в качестве управляющего воздействия для сохра-



Владимир Николаевич Ясников – начальник ОДУ Западной Сибири (1959–1983)



На диспетчерском пульте. На переднем плане — дежурный специалист диспетчерской службы ОДУ Сибири Валентина Левина. 1970-е

Ввод мощных ГЭС стал стимулом к развитию противоаварийной автоматики

нения устойчивости. Здесь же появились первые устройства телеотключения АКСА-Т. Первый в Союзе централизованный комплекс противоаварийной автоматики появился в 1970 году на электропередаче 500 кВ Красноярская ГЭС – Кузбасс – Новосибирск с центром управления на Красноярской ГЭС.

В июне 1975 года начала работать первая очередь АСДУ ОЭС Сибири. Через год запустили вторую очередь АСДУ отраслевой автоматизированной системы управления энергетикой «Энергия».

В 1978 году произошло ключевое событие в энергетической отрасли региона и страны в целом. По транзиту 500 кВ Сибирь – Казахстан – Урал ОЭС Сибири была подключена на параллельную работу с Единой энергосистемой СССР. Это знаковое событие также стало результатом большой и напряженной работы коллектива ОДУ Сибири, при непосредственном участии которого были введены крупные объекты генерации, межсистемные линии электропередачи, внедрены устройства противоаварийной и режимной автоматики. С включением энергообъединения Сибири на параллельную работу с ЕЭС увеличился так называемый межсистемный эффект, что позволило подключить новые предприятия без дополнительного наращивания мощности.

С пуском в 1978 году Саяно-Шушенской ГЭС и ее спутника, Майнской электростанции, доля гидрогенерации в энергосистеме Сибири возросла примерно до 65 %.

Бурные 1980-е

Одним из самых сложных периодов в работе энергообъединения стало маловодье на реках Ангаро-Енисейского каскада в начале 1980-х годов, потребовавшее от руководства ОДУ принятия экстраординарных мер – отделения ОЭС Сибири от Единой энергосистемы страны.

Из воспоминаний Леонтия Ивановича Корягина:

«Большая доля гидрогенерации в ОЭС Сибири, с одной стороны, хорошо: большой объем дешевой электроэнергии. С другой стороны, энергодисбалансы в Сибири нестабильны, зависят от природных воздействий – колебаний речного стока, значительных сезонных перепадов, периодов маловодья и многоводья.

Водохранилища были сработаны ниже минимальных отметок, и это привело к значительному снижению выработки на сибирских ГЭС. А поскольку в это время интенсивно развивалась энергоемкая алюминиевая промышленность, создался дисбаланс и возник острейший дефицит электроэнергии в ОЭС Сибири.

Руководство ОДУ Сибири проинформировало Министерство энергетики и электрификации СССР, а также Центральное диспетчерское управление ЕЭС России о необходимости снижения электропотребления. Но в условиях плановой экономики сокращение промышленного производства ниже объемов, установленных Госпланом, было равносильно преступлению.

Сокращение промышленного производства ниже объемов, установленных Госпланом, было равносильно преступлению

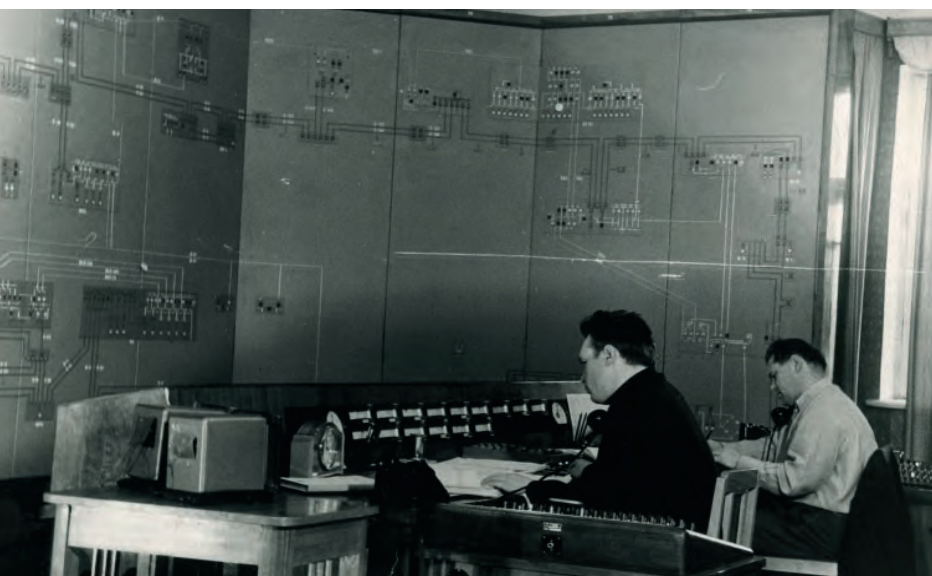
Поэтому ОДУ Сибири, получив разрешение от ЦДУ, предприняло экстраординарные меры: отделение ОЭС Сибири от Единой энергосистемы страны. Диспетчеры снижали частоту в ОЭС Сибири, чтобы выполнить загрузку ГЭС не выше графика. Частота падала до 49 Гц и даже ниже, в результате чего срабатывали устройства АЧР и происходили нарушения в работе промышленных предприятий. В итоге в январе 1982 года была создана правительственная комиссия под руководством заместителя председателя Госплана СССР. Были внесены изменения в Госплан, чтобы руководители предприятий алюминиевого производства могли сократить выпуск алюминия. Тем самым удалось сравнять баланс. К весне 1982 года проточность рек Ангаро-Енисейского каскада увеличилась, и ситуация выровнялась».

1980-е годы ознаменованы активным развитием информационных технологий и программных решений. В 1980 году в комплексе противоаварийной автоматики Братской ГЭС было применено устройство дозирования воздействий на базе микро-ЭВМ повышенной надежности типа ТА-100. Это был первый для ОДУ Сибири опыт применения вычислительной техники в системе противоаварийного управления. А в 1982 году, в связи со строительством ПС 1150 кВ Итатская и вводом Саяно-Шушенской ГЭС, центр противоаварийного управления электропередач западной части ОЭС Сибири был перенесен с Крас-



Леонтий Корягин

По окончании института, в 1963 году пришел в ОДУ Сибири. Работал диспетчером, старшим диспетчером, заместителем начальника диспетчерской службы. В 1978 году назначен заместителем начальника диспетчерской службы по АСДУ. С 1994 по 2002 год работал в должности главного диспетчера. По достижении в 2002 году пенсионного возраста Леонтий Иванович продолжил работать в должности начальника службы организации РДУ службы развития и технического перевооружения. В 2011 году вышел на заслуженный отдых.



Диспетчеры Александр Алешин и Владимир Ковелин за диспетчерским пультом ОДУ Западной Сибири. Начало 1960-х

ноярской ГЭС на подстанцию Итатская. Это был первый в СССР комплекс противоаварийной автоматики на базе ЭВМ.

В 1982 году в ОЭС Сибири была впервые введена в работу цифровая централизованная система автоматического регулирования частоты и мощности.

Из воспоминаний Бориса Израйлевича Гвоздева:

«То обстоятельство, что у нас в объединении система АРЧМ активно развивалась, объясняется особенностями ОЭС Сибири. Автоматическое регулирование использовалось и на Северо-Западе – в Риге, и на Урале, и на Юге. Но наиболее эффективно его применение было у нас, так как в Сибири сосредоточены мощные гидроэлектростанции с большим диапазоном регулирования. И если мы говорили, что у нас диапазон плюс-минус

600 МВт и мы можем его оперативно использовать, то в других ОЭС речь шла о 50, максимум о 100 МВт. У разработчиков тоже был интерес к совершенствованию нашей системы АРЧМ, поэтому она у нас постоянно развивалась.

В 1982 году мы впервые ввели в работу цифровую централизованную систему АРЧМ ОДУ Сибири.

К регулированию частоты подключили четыре крупнейшие ГЭС Ангаро-Енисейского каскада: Саяно-Шушенскую, Красноярскую, Братскую и Усть-Илимскую. Благодаря ЦС АРЧМ мы могли поддерживать режим на связях как внутри ОЭС Сибири, так и между Сибирью и европейской частью Единой энергосистемы».

В 80-е годы в Сибири активно наращивались новые генерирующие мощности. В ответ на продолжительную маловодность сибирских рек и неспособность гидроэлектростанций обеспечить баланс выработки и потребления электроэнергии в энергосистеме началось строительство мощных тепловых электростанций и сетевых объектов. В кратчайшие сроки в ОЭС Сибири были построены крупные энергообъекты: вторая цепь ВЛ 500 кВ Саяно-Шушенская ГЭС – Новокузнецкая, ВЛ 500 кВ Новокузнецкая – Барнаульская, Ново-Анжерская – Томская, Березовская ГРЭС – Итатская. В 1988 году введены три блока Новосибирской ТЭЦ-5 и первый блок Березовской ГРЭС мощностью 800 МВт.

С распадом Союза, в конце 1991 года, развитие сибирской энергетики прекратилось. Было заморожено строительство Крапивинского гидроузла, Катунской и Богучанской ГЭС, такая же участь постигла Нижне-Ангарскую ГЭС. Многие предприятия в разных городах Сибири прекратили работать. Такая ситуация привела к спаду электропотребления, и в энергосистеме образовался избыток мощностей. В этих сложных условиях ОЭС Сибири перешла на изолированную работу. Реализованные специалистами ОДУ Сибири технологии планирования и управления электроэнергетическими режимами обеспечили сбалансированную и экономичную работу сибирских энергосистем.

Новый этап

В 2002 году начался новый этап в жизни ОДУ Сибири. Оно было преобразовано в филиал ОАО «Системный оператор – Центральное диспетчерское управление Единой энергетической систе-



Борис Гвоздев

В 1967 году принят в ОДУ Сибири на должность руководителя группы релейной защиты. Затем руководил группой межсистемной автоматики службы РЗА, занимал должность заместителя начальника, а с 1978 года – начальника службы РЗА. Достигнув пенсионного возраста, еще 10 лет продолжал руководить службой, а с 2006 по 2009 год работал в должности ведущего специалиста, занимаясь подготовкой кадров и передавая опыт молодым коллегам.

мы». С созданием Системного оператора впервые в истории отечественной электроэнергетики функция диспетчерского управления всеми электроэнергетическими объектами была сосредоточена в отдельной специализированной компании. Началось формирование единой вертикали оперативно-диспетчерского управления ЕЭС России. Коллектив выполнил масштабную работу по созданию филиалов Системного оператора – региональных диспетчерских управлений (РДУ) на базе центральных диспетчерских служб АО-энерго.

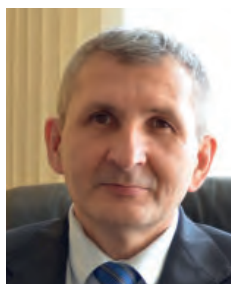
В 2003 году на территории ОЭС Сибири было создано восемь РДУ: Омское, Алтайское, Томское, Кузбасское, Красноярское, Бурятское, Читинское (ныне Забайкальское) и Хакасское. Иркутское РДУ начало функционировать как филиал Системного оператора 1 сентября 2008 года, а Новосибирское – 11 октября 2008 года. Этой датой завершилось преобразование оперативно-диспетчерского управления на территории ОЭС Сибири.

В этих сложных условиях ОЭС Сибири перешла на изолированную работу

В 2002 году начался новый этап в жизни ОДУ Сибири

Серьезным испытанием для коллектива ОДУ Сибири Сибири стала авария на Саяно-Шушенской ГЭС, произошедшая 17 августа 2009 года. Из-за повышенной вибрации и отсутствия работающих систем виброконтроля гидроагрегат № 2 весом около двух тысяч тонн неожиданно вылетел из кратера турбины и разбил все, что находилось вокруг. За несколько секунд вода заполнила машинный зал. Погибли люди. Электрические и механические повреждения различной степени тяжести получили все находившиеся в работе гидроагрегаты станции. Одновременно из баланса Объединенной энергосистемы выбыло более 4 тысяч МВт мощности – под угрозой оказалась целостность всего энергообъединения Сибири.

Благодаря правильной оценке ситуации и грамотным действиям специалистов Системного оператора авария не распространилась за пределы Хакасской энергосистемы. В минимальное время диспетчеры локализовали аварию, восстановили жизненно важные транзиты электроэнергии и электроснабжение потребителей. Большой объем работ лег также на плечи специалистов служб релейной защиты и автоматики и служб электрических режимов в послеаварийный период.



Александр Работин,
директор
по развитию технологий
диспетчерского
управления ОДУ Сибири
(в 2009 году – заместитель
генерального директора
ОДУ Сибири):

«Авария на Саяно-Шушенской ГЭС привела не только к серьезной потере в балансах мощности и электроэнергии, станция служила также крупным источником реактивной мощности, которая поддерживала уровни напряжения.»

Кроме того, так как выбыли работавшие на станции генераторы с блочными трансформаторами, в сети поменялись уровни токов короткого замыкания, и возникла проблема с настройками защит, уставки которых не обеспечивали необходимой чувствительности. Нужно было срочно пересчитать и выдать новые уставки защит.

Настройка противоаварийной автоматики

также перестала соответствовать новым режимам работы ОЭС Сибири. Ведь фактически в энергосистеме поменялось всё: и потокораспределение мощности, и контролируемые сечения. Соответственно, надо было составить новые балансы электроэнергии и мощности, перенастроить всю релейную защиту и автоматику. Так, например, в течение более чем двух месяцев после аварии специалисты служб релейной защиты и автоматики ОДУ Сибири, Хакасского, Красноярского и Кузбасского РДУ провели перерасчет свыше 3,3 тысячи параметров настройки для более чем 380 устройств РЗА на сетевых объектах класса напряжения 110–500 кВ.

В связи с тем, что характеристики энергосистемы кардинально поменялись, на основе новых расчетных электрических режимов ОЭС Сибири были пересмотрены и оперативные указания для диспетчеров ОДУ Сибири, Красноярского и Хакасского РДУ. Проведено обучение персонала».

Последующее восстановление Саяно-Шушенской ГЭС, продолжавшееся до 2014 года, также потребовало от сотрудников ОДУ Сибири и РДУ его операционной зоны реализации огромной работы и сильного напряжения. Достаточно сказать, что в первые месяцы после катастрофы ОЭС Сибири зимой работала с пониженной надежностью – с минимальными объемами каких бы то ни было резервов генерации.

За последнее десятилетие при активном участии коллектива ОДУ Сибири реализован ряд масштабных проектов, направленных на повышение эффективности функционирования ОЭС Сибири, обеспечение производственного и социально-экономического развития регионов. Специалистами ОДУ Сибири рассмотрена проектная и рабочая документация по проектам, обеспечены режимные условия для ввода в работу восьми подстанций напряжением 500 кВ, 20 подстанций 220 кВ, 1631 километра ВЛ 500 кВ и 3902 километров ВЛ 220 кВ, 6632 МВт генерирующих мощностей. Специалисты ОДУ Сибири активно участвовали в подготовке к пуску новых и реконструированных энергоблоков, вводимых по программе ДГПМ. В их числе блок № 3 Березовской ГРЭС, первый энергоблок Красноярской ТЭЦ-3, блок № 3 Харанорской ГРЭС, ТГ-4 на Абаканской ТЭЦ, ТГ-10 на Омской ТЭЦ-3, ТГ-15 на Ново-Кемеровской ТЭЦ.

Самым масштабным проектом стал ввод долгостроя Богучанской ГЭС и схемы выда-



ОЭС Сибири по установленной мощности электростанций занимает третье место в ЕЭС России

чи мощности электростанции. Гидроагрегаты № 1, 2 и 3 Богучанской ГЭС вводились в течение 2012 года, в 2013 году запущен гидроагрегат № 4. В 2015 году станция вышла на полную проектную мощность 2997 МВт. Также поэтапно вводились и элементы схемы выдачи мощности. В 2010–2011 годах появились первые сетевые объекты 220 кВ, затем по мере строительства ГЭС вводилась сеть 500 кВ. Всего в рамках схемы выдачи мощности было построено пять линий 500 кВ и три новых объекта 500 кВ – распреустройство самой Богучанской ГЭС и подстанции Ангара и Озерная.

Одна из сложностей реализации проекта заключалась в том, что в самом процессе было задействовано большое количество субъектов электроэнергетики. Нередко роль связующего звена во всей этой цепочке брал на себя Системный оператор.



Роман Кулагин,
начальник Службы
перспективного
развития ОДУ Сибири:

«В рамках ввода в работу Богучанской ГЭС и ее схемы выдачи мощности работники ОДУ Сибири и Красноярского РДУ неоднократно сталкивались с тем, что у сетевых и генерирующих компаний не всегда получалось выполнить своевременную координацию технических решений по вновь сооружаемым объектам. Были случаи, когда готовность ге-

нерирующих мощностей опережала сетевые объекты, и, соответственно, выдача полной мощности электростанции в сеть не представлялась возможной. Поэтому фактически в режиме реального времени специалистами ОДУ Сибири и РДУ выполнялись расчеты электрических режимов под конкретную складывающуюся схемно-режимную ситуацию, чтобы обеспечить выдачу мощности ГЭС и при этом не превысить пропускную способность электрических сетей».

В 2015 году состоялось еще одно важное событие – включение в работу транзита 500 кВ Курган – Витязь – Восход, позволившего впервые соединить ОЭС Сибири с ОЭС Урала по российской территории. До этого связь двух энергосистем по магистральным ЛЭП проходила только по территории сопредельного Казахстана.

Речной край

Сегодня ОЭС Сибири представляет собой одно из крупнейших энергообъединений страны. По установленной мощности электростанций – 51 861 МВт – оно занимает третье место в ЕЭС России. Одной из главных особенностей энергообъединения является высокая концентрация гидрогенерации, на долю которой приходится 48,8 % установленной мощности. Режимы работы ГЭС зависят от множества факторов и, в свою очередь, оказывают серьезное влияние на выработку те-



Богучанская ГЭС, заполнение водохранилища

пловых станций и распределение баланса электроэнергии и мощности в энергосистеме по месяцам.

В летний период при планировании режимов работы ГЭС необходимо, с одной стороны, обеспечить навигационные расходы, то есть наполнение водоемов для нужд судоходства, лесосплава и водозаборов в населенных пунктах. С другой – стараться максимально избежать неэффективного расходования гидроресурса (холостых водосбросов) и обеспечить выдачу в сеть мощности ГЭС. В итоге при нормальной схеме энергоснабжения и отсутствии ремонтов сечения загружаются до перетоков, близких к максимально допустимым. При этом тепловая генерация с середины июня и до конца августа работает в минимальном режиме, часть останавливается полностью.

Зимой возникают значительные ограничения по загрузке гидроэлектростанций, связанные с состоянием льда на реках, а также опасностью подтопления населенных пунктов и наличием ледовых переправ по Енисею и Ангаре. Кроме того, с наступлением отопительного сезона значительная часть выработки электроэнергии передается на ТЭЦ. Таким образом, в каскадах ГЭС происходит постепенное накопление воды, которую нельзя использовать на выработку электроэнергии, что в итоге приводит к проблеме избыточных запасов и, при определенных условиях, – к холостым водосбросам.

У этой проблемы есть и другая сторона. Строительство крупнейших гидроэлектростанций связано с энергоемкими алюминиевыми заводами. Так страна решила проблему более дешевой выработки «крылатого металла», перенесла производство с Урала и европейской части страны в Сибирь. Ярким примером в этом отношении является Богучанская ГЭС, которая строилась для электроснабжения Богучанского и Тайшетского алюминиевых заводов. Однако к настоящему времени Богучанский завод не вышел на проектную мощность, а Тайшетский не введен в строй. Кроме того, наблюдается снижение интенсивности роста потребления по всему региону, поэтому вырабатываемые на ГЭС электроэнергия и мощность не полностью потребляются внутри энергообъединения, а устремляются из Сибири на запад, в европейскую часть ЕЭС Рос-

сии, до предела загружая системообразующую сеть 500 кВ.



Алексей Хлебов,
генеральный
директор ОДУ Сибири:

«Протяженная сеть 500 кВ с востока на запад обуславливает особенность управления электроэнергетическим режимом с точки зрения максимально допустимых перетоков по контролируемым сечениям. Кроме того, в условиях отставания ввода ряда энергоемких производств мы имеем достаточно серьезные проблемы при исполнении годового графика ремонтов. Практически все последние годы и на перспективу ближайших лет мы не планируем большие сетевые ремонты в системообразующей сети на летние месяцы для обеспечения навигационных расходов по Енисею и Ангаре и, соответственно, минимизации возможности холостых водосбросов и выдачи перетоков на запад. Вся ремонтная кампания сдвигается на вторую половину осени и раннюю весну, что бывает весьма проблематично, учитывая суровые погодные условия нашего края».

Тяговый транзит

По территории Сибири проходят две крупнейшие транспортные артерии нашей страны – Байкало-Амурская магистраль и Транссибирская железнодорожная магистраль. С этим связана еще одна особенность Объединенной энергосистемы Сибири. Наличие протяженных тяговых транзитов вызывает возникновение несимметричных режимов, которые опасны тем, что могут привести к аварийному отключению генерирующего оборудования, нарушениям в работе и останову технологического оборудования промышленных предприятий, ложным срабатываниям устройств релейной защиты, повреждению электрооборудования и, как следствие, необходимости ввода ограничений в электроснабжении потребителей.

Вся ремонтная кампания сдвигается на вторую половину осени и раннюю весну, что бывает весьма проблематично



Электропоезд ЭР9П-368 на станции Новобратск



Михаил Шломов,
заместитель
генерального
директора
ОДУ Сибири:

К 2025 году прирост мощности РЖД составит 2554 МВт

«Сегодня при прогнозируемом увеличении доли нагрузки ОАО «РЖД» в структуре потребления ОЭС Сибири ожидается дальнейшее увеличение несимметричной нагрузки тяговых подстанций. Президентом страны поставлена задача увеличить экспорт угля из Кузбасса и, соответственно, объем грузоперевозок в два раза. Уже в обозримом будущем мы ожидаем достаточно существенный рост электропотребления железной дороги. Так, с апреля 2019 года по настоящее время от РЖД поступило заявок на технологическое присоединение к электрическим сетям на суммарный прирост мощности 932,6 МВт по направлению Кузбасс – Дальний Восток. По прогнозам, к 2025 году прирост мощности РЖД составит 2554 МВт. Все это вызывает необходимость скорейшей разработки масштабного комплекса технических мероприятий, направленных на снижение негативного влияния несимметричной нагрузки тяговых подстанций ОАО «РЖД» на потреби-

телей и поддержание заданных показателей качества электроэнергии: учет влияния несимметрии на электроэнергетический режим, разработка мероприятий по симметрированию при проектировании объектов РЖД, применение специальных методик в настройке РЗА. Не исключена также необходимость строительства в Единой национальной электрической сети новых опорных подстанций».

Другая задача, связанная с обеспечением надежного электроснабжения железнодорожных транзитов, — это обеспечение кратковременной параллельной работы объединенных энергосистем Сибири и Востока для прекращения перерывов электроснабжения объектов при переносе точки раздела между ОЭС Сибири и ОЭС Востока.

ОЭС Востока работает изолированно от остальных энергообъединений в составе ЕЭС России. Таким образом, восточная и западная части сетевого транзита, питающего Транссибирскую магистраль, относятся к двум разным, изолированным друг от друга энергосистемам. Для обеспечения нормальной работы электросетевой инфраструктуры Транссиба, а также при проведении ремонтов энергообъектов или возникновении дефицита мощности в Забайкальской или Амурской энергосистемах периодически осуществляется перенос



Подстанция 220 кВ Могоча

Это был первый в истории отечественной энергетики прецедент параллельной работы ОЭС Востока с ЕЭС России

точки раздела на участке транзита Ерофей Павлович – Могоча – Холбон. До настоящего времени перенос в условиях изолированной работы ОЭС Востока от остальной ЕЭС выполняется только с обесточением на один-два часа потребителей, запитанных от задействованных в процессе переноса подстанций, а также с остановкой поездов.

В 2015 году совместно с ПАО «ФСК ЕЭС» были успешно проведены испытания параллельной синхронной работы ОЭС Сибири и ОЭС Востока. Испытания подтвердили возможность кратковременной, до нескольких часов, безопасной параллельной работы первой и второй синхронных зон Единой энергосистемы России. Синхронная работа двух ОЭС по транзиту 220 кВ была обеспечена без расширения транзита – исключительно за счет оснащения ПС 220 кВ Могоча дополнительными средствами РЗА и работы Центральной системы автоматического регулирования частоты и перетоков мощности ОЭС Востока. Фактически это был первый в истории отечественной энергетики прецедент параллельной работы ОЭС Востока с ЕЭС России.



Андрей Саргун,
заместитель главного диспетчера по оперативной работе ОДУ Сибири:

«После успешного проведения испытаний был намечен и выполнен ряд мероприятий, реализация которых позволила бы перене-

сить точку раздела между ОЭС Сибири и ОЭС Востока с любой подстанцией транзита без перерыва в электроснабжении потребителей. Он включал установку устройств синхронизации на подстанциях транзита и установку автоматики ликвидации асинхронного режима на ПС 220 кВ Могоча и ПС 220 кВ Ерофей Павлович. 9 июля 2019 года мы вышли на повторные испытания. На ПС 220 кВ Могоча была выполнена успешная синхронизация, но после выполнения раздела на ПС 220 кВ Ерофей Павлович повредились выключатели. По итогам расследования инцидента выявлена причина – неудовлетворительное техническое состояние коммутационных аппаратов. Мы разработали дополнительные мероприятия, которые необходимо выполнить для успешной реализации проекта, а также новую программу испытаний. Продолжение испытаний и начало применения кратковременной синхронизации первой и второй синхронных зон ЕЭС России для исключения погашения нагрузки при переносе точки деления сети станет возможным после подтверждения со стороны ОАО «РЖД».

Следующим шагом, повышающим надежность электроснабжения тягового транзита, может стать соединение ОЭС Востока и ОЭС Сибири на постоянную синхронную работу. Это позволит обеспечить двустороннее питание железнодорожных подстанций и исключит прекращение их электроснабжения в случае аварий. Работа в данном направлении уже ведется. Произведенные Системным оператором расчеты подтверждают, что при текущем и планируемом на ближайшие годы уровне электропотребления эта задача может быть решена в условиях существующей инфраструктуры, без масштабного нового сетевого строительства.

В ногу с цифровизацией

Сегодня коллектив ОДУ Сибири, как и все филиалы Системного оператора, последовательно решает задачи по внедрению цифровых технологий в оперативно-диспетчерское управление, что позволяет получить значительный положительный эффект за счет построения на их базе более эффективных моделей управления технологическими процессами.

В Сибири централизованная система противоаварийной автоматики (ЦСПА) появилась значительно позже, чем на Урале и Юге, зато своя, уникальная. Причиной тому является техническая политика Системного оператора. Наличие нескольких разработчиков одного корпоративного продукта создает конкурентные условия и позволяет выявить наиболее эффективные решения, и кроме того – исключает зависимость компании в будущем от одного поставщика услуг. В отличие от других энергообъединений, разработкой алгоритма для которых занимается Научно-технический центр Единой энергетической системы (НТЦ ЕЭС), авторство сибирской ЦСПА принадлежит новосибирскому Институту автоматизации энергетических систем. Первая версия была внедрена в 2012 году. Постепенно проект дорабатывался, ЦСПА обрела новый функционал и расширялась зона ее покрытия. В настоящее время в составе ЦСПА ОЭС Сибири функционируют шесть комплексов автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ), расположенных в Республике Хакасия, Алтайском и Красноярском краях, Омской области. В ближайший год планируется подключить еще

два комплекса в энергосистеме Иркутской области. Таким образом, будет завершено создание глобальной сети ЦСПА, покрывающей всю Сибирь.

В этом году завершается важный этап модернизации ЦСПА – внедрение алгоритма выбора управляющих воздействий по условиям обеспечения динамической устойчивости (устойчивости энергосистемы в процессе аварийных возмущений). Таким образом, система будет соответствовать критериям ЦСПА третьего поколения, функционирующей сегодня уже в большинстве энергообъединений.

Кроме того, в этом году будет осуществлен переход ЦСПА Сибири на новую вычислительную платформу, что позволит увеличить быстродействие системы и обеспечит подключение большего количества расположенных на объектах низовых устройств.

Алексей Хлебов:

«Одной из особенностей использования ЦСПА в Сибири является ее высокая эффективность с точки зрения снижения объемов управляющих воздействий. Внедрение ЦСПА ведет к значительному уменьшению последствий аварийных событий для потребителей – снижению на величину до 600 МВт нагрузки потребителей электроэнергии, отключаемой действием противоаварийной автоматики после возникновения аварийных событий для обеспечения устойчивости энергосистемы».

Большую эффективность от внедрения в ОЭС Сибири показала и другая цифровая технология – система мониторинга запасов устойчивости (СМЗУ), введенная в работу в 2018 году. Именно в ОЭС Сибири СМЗУ впервые начала использоваться не только как цифровая онлайн система для управления электроэнергетическим режимом, но и в качестве технологического инструмента оптового рынка в процессе актуализации расчетной модели второй ценовой зоны оптового рынка – для проведения расчетов на рынке на сутки вперед и балансирующем рынке. Эффектом от ее внедрения стало увеличение использования пропускной способности существующей сети на величину до 800 МВт, что обеспечивает возможность загрузки экономически эффективных тепловых и гидравлических электростанций ОЭС Сибири.



Структурная схема ЦСПА ОДУ Сибири

Эффектом от внедрения СМЗУ стало увеличение использования пропускной способности существующей сети на величину до 800 МВт



Андрей Останин,
заместитель главного
диспетчера
по режимам
ОДУ Сибири:

«В ОЭС Сибири существует проблематика с выдачей мощности электростанций по основной сети 500 кВ в направлении на запад. Когда мы посчитали эффект от внедрения СМЗУ в энергообъединении, то приняли решение сделать эту задачу для себя приоритетной. Этим можно объяснить и тот факт, что мы далеко продвинулись в этом процессе и первыми начали использовать СМЗУ для актуализации расчетной модели рынка.

Прежде всего СМЗУ была внедрена в наиболее критичных с точки зрения выдачи мощности гидроэлектростанций сечениях. Это позволило нам эффективно обеспечить навигацию на станциях Ангарского и Енисейского каскадов в летний период, а также оптимально использовать в балансе ОЭС Сибири мощность ГЭС и увеличить передачу дешевой электроэнергии сибирских станций в западном направлении».

В настоящий момент перед ОДУ Сибири стоит задача максимум – внедрить СМЗУ во всех контролируемых сечениях энергообъединения.

Кузница ИТ-кадров

Проблема подбора квалифицированных кадров всегда остро стояла для Системного оператора в силу специфики его деятельности. Высочайший уровень требований к надежности и стабильности оперативно-диспетчерского управ-

За десять лет сотрудничества с ТПУ, с 2008 по 2018 год, в университете завершили обучение 115 человек, из которых 94 трудоустроены в филиалы АО «СО ЕЭС», а 81 человек продолжают работать филиалах АО «СО ЕЭС» по настоящее время.

ления энергосистемой требует и уникального набора компетенций персонала. Поэтому на рынке труда сложно найти готовых специалистов, обладающих необходимыми знаниями и навыками для работы в компании. ОДУ Сибири одним из первых среди филиалов Системного оператора стало активно развивать сотрудничество с Энергетическим институтом Томского политехнического университета (ЭНИН ТПУ) в области подготовки кадров для Системного оператора.

Выбор этого вуза был неслучаен. Он является одним из ведущих университетов страны с многолетней историей сотрудничества в сфере подготовки кадров для электроэнергетики, с высоким научным потенциалом и хорошей учебной базой. Еще одной немаловажной особенностью является то, что находится этот достаточно именитый вуз в небольшом городе Томске с населением около 500 тысяч человек, а значит, его выпускники однозначно настроены на поиск работы по всей Сибири и даже за ее пределами.

Так, в 2008 году на базе ЭНИН ТПУ была начата подготовка магистров по специализированной программе «Управление режимами электроэнергетических систем», которая реализуется сейчас также во многих крупнейших вузах России.

Однако со временем в ОДУ Сибири стали ощущать, что существует острая потребность в специалистах, разбирающиеся не только в электроэнергетике, но и в информационных технологиях. Такие достаточно крупные подразделения филиалов Системного оператора, как службы автоматизированных систем диспетчерского управления, испытывают серьезный кадровый голод. Идея привнести в программу подготовки специалистов для Системного оператора ИТ-составляющую принадлежала директору по ИТ ОДУ Сибири, а ныне координатору учебных программ Сергею Никифорову. В итоге в 2012 году на базе того же ЭНИН ТПУ запущена уникальная программа «Автоматизированные системы диспетчерского управления». Спрос на специалистов, подготовленных по ней, был очень высок в филиалах Системного оператора по всей России, включая исполнительный аппарат. В вузе говорят, что они «разлетались как горячие пирожки».

Но ничто не стоит на месте. Все большее повышение роли ИТ в современном оперативно-диспетчерском управлении, разработка и внедрение новых программно-аппаратных комплек-



В 2017 году в ЭНИН ТПУ был запущен уникальный образовательный проект по подготовке магистров сразу по двум направлениям

В ОДУ Сибири существует острая потребность в специалистах, разбирающихся не только в электроэнергетике, но и в ИТ

сов, развитие средств и систем автоматизации вызывают необходимость дальнейшего углубления знаний специалистов технологического блока в области ИТ. Тогда в ОДУ Сибири родилась смелая идея – сделать магистерскую программу, которая совмещала бы две специальности – «Управление режимами электроэнергетических систем» и «Информационные технологии в электроэнергетике». Предложение готовить магистрантов, получающих на выходе сразу два диплома, нашло активную поддержку и в стенах ЭНИН ТПУ. В 2017 году этот уникальный образовательный проект был запущен.

Алексей Хлебов:

«Разработка программы обучения продиктована новым вызовом – необходимостью расширения объема знаний в области информационных технологий для специалистов технологического блока. Неоднократно встречаясь с нашими молодыми специалистами, окончившими вузы, я задавал один и тот же вопрос: чего им все-таки не хватает для работы в Системном операторе? И чаще всего слышал ответ: недостает знаний в сфере ИТ. Поэтому второй диплом – это не мода и не дань времени, а насущная необходимость.

Системный оператор все больше становится ИТ-компанией. И чтобы соответствовать современным требованиям, специалисту нужны достаточно глубокие знания в ИТ-сфере. Вы спросите, как же можно получить в одно и то же время два диплома? Во-первых, срок обучения был увеличен на полгода. Во-вторых, большинство заданий, которые выполняют магистранты, носит сквозной характер. То есть каждая тема рассматривается в процессе обучения с двух сторон – с точки зрения управления электроэнергетическим режимом и в разрезе автоматизации или ИТ. Таким образом, выполняя одно задание, магистранты решают две задачи сразу. Такой подход учит их смотреть на каждый вопрос не как чистых технологов или «ай-тишников», а как специалистов, понимающих, что на сегодняшний момент обе эти сферы фактически неразделимы – сложно определить, где заканчивается одна и начинается другая».

В настоящее время в Томском политехническом университете по системе двойного образования обучаются 30 студентов-магистрантов. Первый выпуск молодых специалистов с двумя дипломами состоится уже в январе 2020 года.

Большое внимание в ОДУ Сибири уделяется не только подготовке новых кадров в области ИТ,



ОДУ Сибири инициировало и организовало первые в истории Системного оператора соревнования профессионального мастерства сотрудников служб эксплуатации программно-аппаратного комплекса РДУ

но и повышению квалификации уже работающего персонала блока информационных технологий. Именно ОДУ Сибири в 2011 году инициировало и организовало у себя первые в истории Системного оператора соревнования профессионального мастерства сотрудников служб эксплуатации программно-аппаратного комплекса РДУ.

Опыт ОДУ Сибири по проведению соревнований персонала ИТ-блока был взят на вооружение Исполнительным аппаратом Системного оператора



Сергей Никифоров,
координатор
учебных программ
ОДУ Сибири
(в 2011 году – директор по ИТ ОДУ Сибири):

«Идея о проведении соревнований персонала блока информационных технологий неоднократно звучала на наших совещаниях. Ведь в процессе подготовки и проведения соревнований диспетчеров задействовано программное обеспечение, поэтому довольно большие обязанности по этой части ложатся и на специалистов служб ИТ. И вот мы решили воплотить эту идею в жизнь. Организационной работы было, конечно, очень много – необходимо было разработать задания и обеспечить контроль на всех этапах. Многое делалось по образцу и

подобию соревнований диспетчерского персонала. Но было и одно существенное отличие – каждый участник в рамках домашнего задания должен был подготовить и представить на общее обсуждение регламентирующие документы. Например, разработать новый способ организации данных в АСДУ на серверах. Оценивалось качество документа и его представление. Мы получили много талантливых работ, предлагавших нестандартные эффективные решения. Некоторые из них мы впоследствии брали на вооружение, развивали и распространяли в виде типовых решений для всей операционной зоны, что позволяло в целом усовершенствовать и унифицировать процессы эксплуатации информационных технологий в регионе. Кроме того, соревнования – это всегда своего рода кастинг, они помогли выявить наиболее талантливых сотрудников и дать им возможности для дальнейшего карьерного роста».

Опыт ОДУ Сибири по проведению соревнований персонала ИТ-блока был взят на вооружение Исполнительным аппаратом Системного оператора. В 2018 году состоялись первые централизованные соревнования профессионального мастерства администраторов ОИК. И специалисты ОДУ Сибири принимали самое непосредственное участие в их подготовке и организации.

Для души и дела

ОДУ Сибири – коллектив не только высокопрофессиональный, но и очень творческий. Еще на заре образования ОДУ зародилась традиция проведения так называемых капустников, для участия в которых каждая из служб подготавливала свой творческий номер.

Сегодня смотры самодеятельности уступили место полноценным концертным программам, которые проходят в ОДУ обычно три раза в год – к Дню энергетика, 23 Февраля и 8 Марта. В репертуаре – мини-спектакли и вокальные номера. Подготовка занимает достаточно много сил и времени. Порой требуется заказать пошив костюмов, записать фонограмму или арендовать специальное оборудование. Однако сотрудники ОДУ Сибири всегда с удовольствием остаются после рабочего дня или собираются в выходные, чтобы обсудить концепцию номера или провести репетицию.



Максим Тюлькин, выступление в честь Дня Победы. 2015 год



Роман Наумкин,
главный
специалист Службы
сопровождения рынка
ОДУ Сибири:

«Творчество помогает людям раскрыться, больше узнать друг о друге и, таким образом, способствует объединению коллектива. Поэтому к участию в постановках мы всегда стараемся привлечь сотрудников из разных служб и отделов, что дает им возможность пообщаться в неформальной обстановке. А также в обязательном порядке вовлекаем в творческий процесс молодых специалистов. Это помогает им быстрее адаптироваться и стать частью нашего дружного коллектива».

Есть в ОДУ Сибири и свои звезды, выступления которых ожидаются с нетерпением. К такому, например, относится коллектив Планово-экономической службы, представляющий на суд публики свои мини-спектакли, а также творческая группа «ТриА и баян», названная так по первым буквам имен солистов. Кстати, все участники этой

группы – из числа руководителей филиала. На баяне играет директор по техническому контроллингу Алексей Пахомов, а вокал составляют главный диспетчер Александр Денисенко, заместитель главного диспетчера по режимам Андрей Останин и заместитель главного диспетчера по оперативной работе Андрей Саргун. В последние годы к этому составу добавились гитара и играющий на ней начальник Службы развития и технического перевооружения Алексей Драпп.

Среди признанных талантов есть и сольные исполнители. В их числе – начальник Отдела организации оперативной работы ОДС Максим Тюлькин.

Максим занимается пением с детства. Многие даже пророчили ему карьеру вокалиста. Но Максим решил пойти по стопам отца-энергетика и поступил в Томский политехнический университет. А пением стал заниматься в свободное от учебы время – сначала в студии «Отражение», а затем в школе классического вокала под руководством народной артистки России Людмилы Травкиной при Международном культурном центре ТПУ. Когда в 2014 году пришел в ОДУ Сибири, здесь все уже были слышаны о его таланте от бывших сокурсников певца. Так что буквально с первых же дней работы Максим влился в дружный творческий

коллектив ОДУ. Помимо выступлений в традиционных концертных программах к праздникам, было организовано также два его сольных концерта. Первый – в сопровождении Томского муниципального русского оркестра в Международном культурном центре Томского политехнического университета, куда поддержать коллегу приехали и сотрудники ОДУ Сибири. Второй, посвященный Дню Победы, был организован для ветеранов и сотрудников ОДУ Сибири и Кузбасского РДУ в кемеровском Театре для детей и молодежи.



Максим Тюлькин,
начальник Отдела
организации
оперативной работы
ОДС ОДУ Сибири:

«Мое амплу – это в основном лирическая песня. Однако при этом я каждый раз стараюсь удивить своих слушателей чем-то новым и необычным. Люблю экспериментировать со сме-

шением жанров, например, добавлять элементы народных песен или хип-хопа в классические произведения».

Помимо тяги к творчеству, сотрудники ОДУ питают тягу и к интеллектуальным играм, или квизу. Эту традицию привнес в коллектив Роман Намкин. Еще учась в Томском политехническом университете, он организовал команду по квизу. Устроившись же на работу в ОДУ, предложил эту идею сотрудникам филиала, которые с готовностью ее поддержали. Игры решили проводить в зале производственных совещаний, собрали четыре команды, а Роман стал отвечать за организационную составляющую: придумывать тематику квизов, разрабатывать вопросы. Помимо игр внутри ОДУ, две сборные команды филиала участвуют в проводимом в Кемерово квизе «Эйнштейн party». В честь 60-летия филиала Роман планирует организовать тематический квиз, посвященный электроэнергетике.

Еще одной доброй традицией, появившейся в коллективе не так давно, стала помощь детским домам и малоимущим. Несколько лет назад группа инициативных сотрудников ОДУ Сибири обратилась к советнику генерального директора Лари-



День энергетика. 2017 год

се Кошкиной с предложением принять участие в благотворительных акциях.



Лариса Кошкина,
советник
генерального
директора
ОДУ Сибири:

Сегодня перед ОДУ Сибири стоят новые масштабные задачи, часть из которых предстоит реализовать уже в этом году

«Когда мы бросили клич, оказалось, что очень многие люди в нашем коллективе хотели бы помочь нуждающимся, но не всегда понимают, каким образом это лучше сделать и куда обратиться. Мы попытались найти тех, кому наша поддержка была бы действительно полезна. В итоге вышли на Центр социальной помощи семье и детям. Здесь на учете состоят малообеспеченные и многодетные семьи, а также молодые мамочки, оставшиеся без поддержки родителей и отца ребенка. Для них мы собираем вещи или помогаем деньгами».

Также ОДУ Сибири совместно с Кемеровским РДУ взяли шефство над детским домом в селе Таловка Яшкинского района. Выбран он был также не случайно. Помощь из краевого и областного центра приходит сюда реже, не так часто бывают и гости. При этом через детдом проходит очень много воспитанников: помимо детей, оставшихся без родителей, здесь содержатся дети из материально неблагополучных семей и так называемые социальные сироты – дети, родители которых лишены родительских прав.

В ОДУ регулярно организуется сбор средств и приобретаются необходимые для воспитанников детского дома вещи – одежда и обувь, книги, игрушки, развивающие игры, канцелярские принадлежности и сладости. Кроме того, сотрудники регулярно навещают детей и организуют для них праздники.

Коллектив ОДУ Сибири бережно хранит лучшие традиции предшествующих поколений работников и смело берется за воплощение в жизнь самых передовых идей. Сегодня перед ОДУ Сибири стоят новые масштабные задачи, часть из которых предстоит реализовать уже в этом юбилейном году.



Шефы из ОДУ Сибири в Таловском детском доме



**Александр Денисенко,
главный диспетчер
ОДУ Сибири:**

«Одна из приоритетных задач – завершение строительства кольцевой электропередачи Усть-Кут – Пеледуй – Сухой Лог – Мамакан – Таксимо. Реализация данного проекта позволит исключить Бодайбинский энергорайон из перечня регионов с высоким риском нарушения электроснабжения, а также обеспечит электроэнергией активно развивающуюся в регионе золотодобывающую промышленность и планируемый рост объемов грузоперевозок по Байкало-Амурской магистрали.»

Большой объем мероприятий планируется реализовать и в рамках обеспечения стабильного энергоснабжения Транссибирской железнодорожной магистрали, важное место среди которых занимает применение кратковременной синхронизации ОЭС Сибири и ОЭС Востока для ускорения переноса точки деления электрической сети».

Новые задачи стоят перед коллективом ОДУ и в сфере цифровизации. Уже в течение ближайшего года будет завершена модернизация централизованной системы противоаварийной автоматики и обеспечено создание глобальной сети ЦСПА, охватывающей всю Сибирь. Также в ОЭС Сибири намечено масштабное внедрение автоматизированной системы дистанционного управления оборудованием подстанций: с 2020 по 2025 год эту цифровую технологию планируется применить на 20 подстанциях энергообъединения.

Кроме того, среди долгосрочных планов значится перевод функций оперативно-диспетчерского управления ОЭС Сибири из Кемерово в Новосибирск. Предположительно уже в начале следующего года состоится конкурс с определением генподрядчика, который будет осуществлять строительство нового диспетчерского центра. Одна из основных задач в этом процессе (помимо технических) – перевести коллектив из одного города в другой с минимальными потрясениями, сохранив в строю каждого члена команды.

Желаем нашим коллегам успехов в реализации всех намеченных планов и замыслов, новых ярких побед и свершений на благо оперативно-диспетчерского управления ЕЭС. |



ОДУ Сибири, новогодний концерт

Уважаемые коллеги, примите самые искренние и теплые поздравления с 60-летним юбилеем Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири!

Шесть десятков лет – очень серьезный возраст для диспетчерского центра, свидетельствующий о зрелости и высоком профессионализме коллектива, о достижениях нескольких поколений специалистов и руководителей – достижениях, которыми по праву можно гордиться и которые заслужили искреннее уважение в масштабах страны! Залогом достигнутых производственных побед и новых успехов в будущем стали славные трудовые и научные традиции дружного коллектива ОДУ Сибири, ответственный и системный подход к управлению режимами

и перспективным развитием крупнейшей по площади Объединенной энергосистемы России, включающей в себя десять региональных энергосистем в двух федеральных округах РФ. На Дальнем Востоке страны мы всегда ощущаем дружеское плечо коллег и ближайших соседей из Сибири, что особенно важно в предстоящей совместной большой работе по обеспечению исторического объединения 1-й и 2-й синхронных зон ЕЭС.

От всей души желаю достижения новых высот, успехов во всех делах и начинаниях, неисчерпаемой энергии, счастья и благополучия!



Генеральный директор
Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Востока
В.Л. Сунгуров

Уважаемые коллеги, дорогие друзья!

От имени коллег из ОДУ Центра, а также от себя лично искренне поздравляю весь трудовой коллектив ОДУ Сибири со знаменательной датой – 60-летием со дня образования!

История развития энергетики регионов, которые входят в зону ответственности ОДУ Сибири, неразрывно связана с историей оперативно-диспетчерского управления. От перевода раздельно работающих территориальных энергосистем на параллельную работу до формирования одного из самых крупных энергообъединений ЕЭС России сделан гигантский шаг, за которым стоит труд нескольких поколений профессионалов.

Главным достоянием ОДУ Сибири остаются преданные своему делу люди, настоящие энергетики, которые в непростых климатических условиях эффективно управляют электроэнергетическими режимами, обеспечивая надежную работу и раз-

витие региональных энергетических систем на огромной территории ОЭС Сибири. Работники ОДУ Сибири активно участвуют в процессе безопасного и надежного обеспечения электроэнергией потребителей 12 субъектов Российской Федерации, в работе по развитию рынка электроэнергии, в разработке и внедрении инновационных, в том числе цифровых технологий оперативно-диспетчерского управления.

Работники ОДУ Сибири ежедневным кропотливым трудом подтверждают свой высокий профессионализм, внося весомый вклад в развитие социально-экономического потенциала стратегически важных регионов России.

В день юбилея желаю всем работникам ОДУ Сибири и их семьям счастья, благополучия и согласия, новых личных и трудовых достижений, успешного завершения всех начинаний!



Генеральный директор
Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Центра
С.Б. Сюткин

Уважаемый Алексей Васильевич!

Поздравляю Вас и возглавляемый Вами коллектив с юбилеем Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири – с шестидесятилетием!

Летопись профессиональных достижений коллектива ОДУ Сибири многогранна и наполнена событиями, тесно связанными с историей нашей Родины. Это и объединение в единый технологический комплекс ранее разрозненных энергосистем, создание эффективного оперативно-диспетчерского управления, настройка релейной защиты и противоаварийной автоматики в период активного развития энергетики Сибири в 1960-е годы. И профессиональный вызов следующего десятилетия – объединение ОЭС Сибири с Единой энергосистемой страны. И активное развитие информационных технологий и программных решений в 1980-е годы. И сложные 1990-е годы, когда реализованные специалистами ОДУ Сибири технологии планирования и управления электроэнергетическими режимами обеспечили сбалансированную и эко-

номичную работу сибирских энергосистем в период изолированной работы. И серьезное испытание для всей страны – авария на Саяно-Шушенской ГЭС, когда высокий профессионализм специалистов ОДУ Сибири стал одним из решающих факторов успешной ликвидации последствий энергетической катастрофы. И последнее десятилетие, когда при активном участии коллектива ОДУ Сибири реализован ряд масштабных проектов, направленных на повышение эффективности функционирования ОЭС Сибири, обеспечение производственного и социально-экономического развития регионов.

Наши диспетчерские центры объединяют общие задачи управления электроэнергетическими режимами и развития Единой энергетической системы России. Коллектив ОДУ Урала приветствует успех своих коллег, ценит их профессиональный опыт!

Желаю коллективу ОДУ Сибири достижения новых амбициозных целей и благополучия!



**Генеральный директор
Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Урала
В.И. Павлов**

Уважаемый Алексей Васильевич!

От лица коллектива Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Юга и от себя лично поздравляю Вас и возглавляемый Вами коллектив со знаменательной датой – 60-летием со дня основания!

Эта серьезная дата дает возможность оценить пройденный путь, подвести определенные итоги, наметить планы на будущее.

Прошли десятилетия. Технологическое совершенствование отечественной электроэнергетики потребовало качественно иного подхода к оперативно-диспетчерскому

управлению. Коллектив Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири достойно справился с вызовами времени. Команде профессионалов удалось создать высокотехнологичную структуру, способную быстро реагировать на любые изменения в оперативной обстановке.

Искренне желаю всему коллективу успехов в непростой и ответственной работе, упорства в достижении поставленных целей и воплощения всех творческих замыслов.



**Генеральный директор
Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Юга
М.А. Бабин**

Уважаемые коллеги! Уважаемый Алексей Васильевич!

Примите искренние поздравления с 60-летием со дня образования Объединенного диспетчерского управления Сибири.

Современные технологии и эффективные методы управления в сочетании с богатейшим профессиональным опытом, выработанными традициями, накопленным кадровым потенциалом, осуществленными масштабными преобразованиями – таким подходит к сегодняшней дате ОДУ Сибири.

Ваш юбилей неразрывно связан с историей всей энергетической отрасли страны, в летопись побед и достижений которой вами вписана не одна яркая страница. История ОДУ неотделима от истории развития промышленности и энергетики богатейшего сибирского региона.

Объединенное диспетчерское управление Сибири – важное и сложное звено в цепочке Единой

энергетической системы России, оно обеспечивает бесперебойное и безопасное электроснабжение почти двадцати миллионов человек, проживающих на территории ОЭС. Именно это всегда оставалось главной целью, способствующей стабильному социально-экономическому развитию региона.

Переворачивая очередную страницу истории, мы опираемся на прошлое в настоящем и берем опыт для будущего. Поэтому в день юбилея особая благодарность, слова уважения и признательности ветеранам Объединенного диспетчерского управления Сибири за преданность профессии и доблестный труд.

От всего коллектива ОДУ Средней Волги желаю всем работникам надежной, стабильной и безаварийной работы, доброго здоровья, благополучия и удачи.



**Генеральный директор
Филиала АО «СО ЕЭС»
ОДУ Средней Волги
О.А. Громов**

Уважаемые коллеги!

От имени филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Северо-Запада и от себя лично сердечно поздравляю ваш коллектив с 60-летием со дня основания ОДУ Сибири.

Шесть десятилетий вы являетесь оплотом надежной и стабильной работы энергосистемы Сибири – одной из самых крупных в нашей стране.

Все эти годы вам по плечу решение самых сложных задач: от объединения территориальных энергосистем, присоединения ОЭС Сибири к Единой энергосистеме страны, ввода ключевых для региона энергообъектов до

устранения последствий сложнейших техногенных аварий, восстановления нормальной работы энергосистемы, а значит и жизни людей.

Как истинные сибиряки, вы всегда остаетесь одной большой командой и в радостные, и в трудные для вашего коллектива минуты.

От всей души желаю вам дальнейшего процветания, реализации всего задуманного, неизменного удовлетворения результатами своего труда.

Пусть свет и тепло всегда согревают ваш дом, а самой надежной опорой в жизни всегда остаются родные, близкие и друзья.



**Генеральный директор
Филиала АО «СО ЕЭС»
ОДУ Северо-Запада
С.В. Шишкин**

КОММод: ИЗДАНИЕ ВТОРОЕ, ДОПОЛНЕННОЕ

В 2019 году правительством РФ принято решение о запуске нового масштабного механизма поддержки инвестиций в электроэнергетику России – конкурсного отбора проектов модернизации генерирующих объектов тепловых электростанций. Общий объем модернизации – до 41 ГВт. Системный оператор принимал непосредственное участие в подготовке и реализации этой программы – сотрудники компании занимались разработкой концепции механизма и рыночных регламентов, в соответствии с которыми провели сами отборы и сформировали их результаты.



В январе текущего года российские власти дали старт новому инвестиционному циклу в электроэнергетике

В настоящее время подходит к своему завершению первая программа, обеспечившая масштабные инвестиции в развитие генерирующих мощностей – программа строительства новых объектов генерации в рамках договоров о предоставлении мощности (ДПМ). В январе текущего года российские власти дали старт новому инвестиционному циклу в электроэнергетике, одобрив десятилетнюю программу модернизации тепловых электростанций общей мощностью 41 ГВт на сумму до 1,9 трлн руб. Цена поставки мощности генераторов, отобранных по программе отборов проектов модернизации (КОММод), обеспечивает возможность проведения глубокой модернизации, предусматривающей замену основного оборудования тепловых электростанций, что позволит продлить срок их эксплуатации еще как минимум на 16 лет. Возможность поддержания готовности к работе, включая проведение необходимых ремонтов оборудования, для остальных мощностей тепловой генерации (порядка 100 ГВт) будет обеспечена за счет постепенного повышения цены на мощность, поставляемую в рамках механизма конкурентного отбора мощности.

На КОММод ежегодно может отбираться порядка 4 ГВт мощностей. Из них 85 % подлежит отбору через формализованные конкурсные процедуры исходя из заявляемых участниками ценовых параметров проектов. В отношении оставшегося объема годового лимита (15 %) решение о реализации проекта принимается правительственной комиссией с учетом иных факторов – инновационности проектов и их влияния на экологию региона, участия модернизируемого объекта в выработке тепла и критичности его технического состояния.

К отбору на конкурсной основе (85 % квоты) допускается лишь высоковольтное, исчерпанное парковый ресурс оборудование. Отбор проводится по критерию эффективности, характеризующему так называемую «одноставочную» цену на электроэнергию для покупателей оптового рынка в период окупаемости проекта. При этом правительством РФ устанавливаются предельные значения капитальных затрат на реализацию заявляемых проектов. Проект в обязательном порядке должен включать работы, связанные с модернизацией турбинного и/или котельного оборудования, и может быть дополнен ограниченным перечнем определенных правительством РФ сопутствующих мероприятий (замена генератора, градирни, паропроводов, установка электрофильтров, дымовой трубы и т.д.).

Чтобы эта масштабная программа заработала, специалисты Системного оператора реализовали целый комплекс организационно-технических мероприятий и разработали методологические подходы по определению допустимых объемов вывода оборудования из работы на период модернизации на территориях отдельных энергорайонов и энергосистем. В соответствии с этой методикой проведены расчеты допустимых объемов вывода до 2025 года включительно. Написаны регламенты оптового рынка, разработан новый программно-аппаратный комплекс «Сайт конкурентного отбора мощности (отбор проектов модернизации)», обеспечивающий прием ценовых заявок участников КОММод, проведен имитационный отбор проектов модернизации, результаты которого послужили основой для разрабатываемой Минэнерго программы модернизации.

Специалисты АО «СО ЕЭС» также обеспечивают технологическое сопровождение программы – проводят конкурентные отборы проектов и формируют предварительные графики их реализации с учетом необходимости координации периодов вывода оборудования из работы. Перечень ото-

Какое оборудование может участвовать в программе?

- действующее паросиловое оборудование тепловых станций;
- котлы – старше 40 лет, турбины – наработавшие определенное количество часов (в зависимости от давления пара и мощности турбины);
- оборудование с показателем востребованности (суток, когда оборудование в работе) свыше 40 %;
- оборудование, не имеющее разрешения на вывод из эксплуатации, полученного после 1 января 2019 года (не применялось для отборов 2022–2024 гг.);
- мощность, выдаваемая этим оборудованием, на момент проведения отбора не поставляется по ДПМ;
- производство оборудования локализовано в соответствии с требованиями Минпромторга России.

Из чего состоит проект модернизации?

Основные мероприятия модернизации (одно из них обязательно к реализации в любом проекте):

- модернизация котельного оборудования;
- модернизация турбинного оборудования.

Сопутствующие мероприятия модернизации (необязательные, выбираются в дополнение к основным):

- комплексная замена генератора;
- замена ротора генератора;
- строительство градирни и циркуляционной насосной станции;
- замена регенеративных подогревателей и т.д.

В конце августа Системный оператор провел второй отбор проектов – на 2025 год

Исходя из текущих результатов КОММод проекты обновления будут реализованы в 16 регионах

бренных проектов в дальнейшем утверждается правительством.

Первый конкурентный отбор – для объектов генерации, которые будут модернизированы в 2022–2024 годах – Системный оператор провел в апреле этого года. Из отобранных проектов 85 % общей установленной мощности пришлось на оборудование конденсационных турбин (18 проектов общей мощностью 7 340 МВт), остальные 15 % предполагают модернизацию теплофикационных турбин (12 проектов общей мощностью 1270 МВт). При этом по итогам отбора модернизации подлежит наиболее востребованное на текущий момент оборудование со средним коэффициентом использования установленной мощности (КИУМ) 0,614 при среднем значении этого параметра тепловой генерации по ЕЭС России в 2018 году 0,465.

Сформированный по итогам конкурентной процедуры в рамках КОММод на 2022–2024 годы перечень отобранных модернизируемых генерирующих объектов был дополнен по решению правительственной комиссии еще 15 проектами общей мощностью 1783 МВт (в первой ценовой зоне – 11 проектов 1376 МВт, во второй ценовой зоне – 4 проекта 432 МВт). В числе дополнительных проектов должен быть реализован один проект мощностью 195 МВт, предусматривающий надстройку действующей паровой турбины газовой турбиной (ГТУ) с переводом работы генерирующего объекта с паросилового на парогазовый цикл. Остальные 14 проектов предусматривают модернизацию теплофикационного оборудования. Итоговый перечень модернизированных генерирующих объектов на 2022–2024 годы утвержден решением Правительства РФ 2 августа 2019 года.

В конце августа Системный оператор провел второй отбор проектов – на 2025 год. В первой ценовой зоне в список попали 18 проектов суммарной мощностью 3 292 МВт, во второй ценовой зоне – семь проектов мощностью 732 МВт. Отобрано 19 проектов общей мощностью 1839 МВт оборудования, участвующего в выработке тепла, и шесть проектов общей мощностью 2185 МВт конденсационного оборудования. Таким образом, доля теплофикационных проектов увеличилась относительно результатов отбора на 2022–2024 годы с 40 % до 76 % в количественном и с 15 % до 46 % в объемном выражении (на недостаточный объем модернизируемого теплофикационного оборудования обращали вни-

мание специалисты по итогам первого отбора КОММод).

Увеличение доли теплофикационных проектов обусловлено в первую очередь тем, что участники стали заявлять увеличение дохода с рынка на сутки вперед (РСВ) за счет прироста эффективности и прогнозируемых доходов с рынка тепла.

В настоящее время планы обновления касаются исключительно оборудования с паросиловым циклом. Более эффективные с точки зрения топливных затрат проекты по переводу на парогазовый цикл пока еще дороже с точки зрения одноставочной цены из-за высоких капитальных затрат, хотя наиболее эффективные из заявленных проектов ПГУ вплотную приблизились к победителям отбора.

Исходя из текущих результатов КОММод проекты обновления будут реализованы в 16 регионах, восемь из них – «новички», впервые попавшие в общероссийскую программу модернизации по результатам конкурса на 2025 год. Наибольший объем приходится на Ханты-Мансийский автономный округ – 1 235 МВт. Существенно увеличилось и количество генерирующих компаний, проекты которых отобраны в рамках 85-процентной квоты – с пяти генерирующих компаний (по итогам отбора на 2022–2024 годы) до 13 (по результатам отбора на 2025 год).

После проведения конкурентной процедуры отбора правилами оптового рынка отводится месяц на проведение Системным оператором оценки возможности одновременной реализации мероприятий по модернизации отобранных проектов и формирование предварительного графика реализации проектов модернизации.

В соответствии с опубликованными 27 сентября итогами проведения КОММод на 2025 год в предварительный график реализации проектов модернизации вошли все 25 отобранных генерирующих объектов без изменения заявленных сроков реализации мероприятий по модернизации. При этом реализация проекта модернизации генерирующего объекта Кармановская ГРЭС (ТГ-1) возможна только при условии выполнения до начала реализации проекта модернизации мероприятий по развитию противоаварийной автоматики.

В спорах рождается истина

Результаты двух первых отборов были признаны профессиональным сообществом в целом по-

Паросиловая установка (ПСУ) – установка, преобразующая тепло сжигаемого топлива в механическую энергию с помощью пара, а механическую энергию – в электрическую энергию с помощью генераторов электрического тока. Питательная вода нагнетается в паровой котел, где за счет теплоты сжигаемого топлива вода превращается в пар. Он поступает в пароперегреватель котла, где перегревается до заданной температуры, после чего направляется в паровую турбину, которая с помощью генератора трансформирует механическую энергию в электрическую.

Парогазовая установка (ПГУ) содержит два отдельных двигателя: паросиловой и газотурбинный. В газотурбинной установке турбину вращают газообразные продукты сгорания топлива. Проходя через газовую турбину, они отдают лишь часть своей энергии и на выходе из нее, когда их давление уже близко к наружному и работа не может быть ими совершена, все еще имеют высокую температуру. С выхода газовой турбины продукты сгорания попадают в паросиловую установку, в котел-утилизатор, где нагревают воду и образующийся водяной пар. Температура продуктов сгорания достаточна для того, чтобы довести пар до состояния, необходимого для использования в паровой турбине. Паровая турбина приводит в действие электрогенератор.

Принцип работы парогазовой установки имеет специфический характер, она, в отличие от аналогичных систем, потребляет меньше ресурсов (в особенности воды) на каждую единицу энергии, получаемую с ее помощью. Также ПГУ выделяются большей степенью экологичности (уменьшается выброс парниковых газов) и меньшими габаритами.

ложительными. Благодаря высокой конкуренции на первом конкурсе, который прошел весной сразу на 2022–2024 годы, цены оказались примерно на 70 % ниже предельных значений, а экономия (или недоиспользование) инвестиционного ресурса составила около 300 млрд руб. И вопрос целесообразности корректировки ежегодных лимитов отбора с целью оптимального использования этого ресурса вызвал в профессиональном сообществе широкое обсуждение.

21 августа Минэнерго РФ опубликовало на федеральном портале проектов нормативных актов проект постановления правительства, увеличивающего квоту правкомиссии на 2025 год в рамках программы модернизации до 2,5 ГВт. Увеличение квоты стало возможным благодаря снижению стоимости капитальных затрат проектов, намеченных к реализации на 2022–2024 годы. По оценке министерства, на втором конкурсе – на 2025 год – можно будет сэкономить 70–80 млрд руб., и за счет этого расширить воз-

можность дополнительного отбора проектов без превышения инфляции.

«Эти 2,5 ГВт – вполне посильная по цифрам сумма. Куда ее добавить? В конкурентный сегмент, в неконкурентный? Правкомиссия тоже отбирает по определенным критериям. Мы считаем, что можно добавить в квоту правкомиссии», – сказал глава Совета рынка Максим Быстров на прошедшей в сентябре конференции, организованной Советом производителей электроэнергии.

Некоторые генерирующие компании посчитали, что квоту можно увеличить еще больше за счет снижения капитальных затрат в 2022–2024 годах: например, «дочка» СУЭК предложила провести дополнительные отборы в объеме до 5 ГВт, а «Т Плюс» – до 8 ГВт.

Минэкономики считает, что сэкономленный инвестресурс можно направлять на то, чтобы выбрать дополнительные проекты, но неправильно расширять для этого правительственную квоту – менее рыночную часть отбора, сказал замминистра экономики Михаил Расстригин.

«Предложения, которые звучат от Минэнерго по расширению квоты правкомиссии, увеличению отбора в менее рыночном механизме... нами не поддерживаются. Мы считаем, что это будет неправильное решение, которое через 5–10 лет, может, и раньше, будет подвергнуто критике», – сказал он, выступая на конференции Совета производителей энергии.

Замминистра энергетики Юрий Маневич ответил, что для увеличения рыночного отбора 2025 года не хватило бы времени, чтобы изменить нормативно-правовую базу, поэтому ведомство предложило выбрать больше проектов через комиссию.

Сообщество потребителей энергии, лобби крупной промышленности, традиционно критикует программу модернизации в целом как приводящую к увеличению текущих платежей за мощность.

Развитие механизмов отбора

Несмотря на то, что новая программа имеет схожие черты с программой ДПМ, все же это совершенно новый для отечественного энергорынка инструмент, и первый опыт его применения позволил сформировать предложения по его совершенствованию, которые целесообразно реализовать до начала очередного конкурса.

Мнения участников рынка и регуляторов порой диаметрально отличаются друг от друга

Первый вопрос, который предстоит решить, касается сроков проведения процедуры. Результаты отборов проектов модернизации должны быть учтены при проведении традиционного конкурентного отбора мощности. Практика показала, что установленный действующими правилами оптового рынка «разрыв» в 2,5 месяца между датами окончания приема ценовых заявок в КОММод и КОМ на соответствующий год поставки явно недостаточен для содержательного рассмотрения результатов КОММод и принятия соответствующих решений на уровне правительства РФ, прежде всего в части дополнительных отборов. Решение о необходимости подготовки соответствующих изменений в правила оптового рынка было принято на заседании Правительственной комиссии по вопросам развития электроэнергетики 24 сентября: предлагается сохранить сроки проведения КОМ, а прием заявок в КОММод перенести на весну.

Другие предложения касаются правил и алгоритмов проведения процедуры.

Мнения участников рынка и регуляторов по таким предложениям порой диаметрально отличаются друг от друга. В тоже время ряд предложений в целом поддерживаются профессиональным сообществом.

Во-первых, отмечена целесообразность увеличения глубины модернизации энергооборудования. Первый отбор зачастую критиковался за недостаточную степень модернизации энергооборудования и в этой связи рассматривается вопрос об установлении комплексной замены котла или турбины в качестве обязательных работ.

Во-вторых, многие участники предлагают установить особый порядок определения коэффициента использования установленной мощности (КИУМ) для ТЭЦ, высокое значение которого является обязательным условием для участия в отборе, а именно рассчитывать указанный показатель только в зимние месяцы. Это позволит учесть особенности их работы в части возможности работы на полную мощность ТЭЦ только в отопительный период. |

Итоги КОММод – 2025

13
юр. лиц
18
проектов

Первая ценовая зона



5
юр. лиц
7
проектов

Вторая ценовая зона

Компании, получившие наибольшую долю в установленной квоте

- АО «Интер РАО – Электрогенерация» – 1125 МВт (28%)
- ПАО «Юнипро» – 830 МВт (20,6%),
- ООО «Газпром энергохолдинг» – 650 МВт (≈16%)
- АО «ЕвроСибЭнерго» – 320 МВт (8%)
- ПАО «Энел Россия» – 320 МВт (8%).

Объем спроса на первой стадии отборов (при подаче заявок с техническими параметрами) превысил предложения в **4** раза на второй стадии отборов (при подаче заявок с техническими параметрами) превысил в **2** раза

Поступило **69** ценовых заявок на **9 948 МВт** при квоте **4 410 МВт**



Александр Ильенко:

«Когда ты сталкиваешься с работой энергосистемы – это действительно захватывающе»

В этом номере мы представляем интервью с членом Правления Системного оператора, директором по управлению развитием ЕЭС Александром Ильенко. Будучи энергетиком в третьем поколении, Александр Владимирович признается, что в жизни каждого человека позитивное прошлое старшего поколения является серьезным фундаментом для становления личности. Сегодня мы беседуем с Александром Ильенко в нашей традиционной рубрике «Интервью без галстука».



Детсадовец Саша Ильенко присматривается к карьере военного. Невинномысск, 1977 год

Александр Владимирович Ильенко родился в Невинномыске Ставропольского края. В 1994 г. окончил факультет «Автоматизированных систем обработки информации и управления» Ставропольского политехнического института по специальности «инженер-системотехник», в 2002 г. получил степень MBA в Российской экономической академии им. Г.В. Плеханова.

Трудовой путь начал в студенческие годы на предприятии Западных электрических сетей АО «Ставропольэнерго» в должности оператора. В 1996 г. перешел на работу в Объединенное диспетчерское управление Северо-Кавказскими энергосистемами (в марте 1997 года ОЭС СК «Южэнерго» реорганизовано в ОДУ Северного Кавказа), где шесть лет проработал коммерческим диспетчером Службы оптимизации текущих режимов, диспетчером, а затем старшим диспетчером Диспетчерской службы, заместителем начальника учебно-тренажерного центра, заместителем главного диспетчера.

В 2003 г. начал работу в исполнительном аппарате ОАО «СО – ЦДУ ЕЭС» на должности заместителя начальника Оперативно-диспетчерской службы, затем на должности заместителя главного диспетчера. В 2004 г. назначен директором по развитию технологий диспетчерского управления ОАО «СО – ЦДУ ЕЭС».

С 2010 г. занимает должность директора по управлению развитием ЕЭС АО «СО ЕЭС», а с ноября 2011-го входит в состав Правления компании.

Кандидат технических наук, имеет звания «Почетный энергетик», «Заслуженный энергетик СНГ», неоднократно отмечался отраслевыми и ведомственными наградами. За большой вклад в подготовку и проведение Зимней олимпиады 2014 г. в Сочи награжден Почетной грамотой Президента РФ. За добросовестный труд, высокие производственные достижения занесен на Доску почета Системного оператора в 2010 г.

– Александр Владимирович, вы потомственный энергетик, ваш дед награжден Орденом Ленина за трудовые заслуги при строительстве Невинномысской ГРЭС, отец возглавлял ОДУ Юга. Расскажите, каково начинать трудовую карьеру «под гнетом» знаменитой фамилии?

– Да, фамилия Ильенко довольно известна в электроэнергетике, и мой приход в отрасль был отмечен повышенным вниманием со стороны коллектива. Для вчерашнего студента с длинными волосами, привыкшего ходить в рваных джинсах и слушающего «Металлику», это было не просто. (Смеется.) Шучу, конечно!

– Ну, все-таки не совсем «вчерашнего студента», вы же вернулись к тому времени из армии?

– Да, после окончания института я отслужил в армии, и, конечно же, длинных волос уже не было. Был серьезной настрой на работу. И мне повезло попасть в очень хороший коллектив. Честь фамилии заставляла быть всегда «в тонусе», работать на должном уровне. Выстраивать взаимоотношения с людьми приходилось самостоятельно, и это не всегда было просто. Были свои плюсы и минусы. Работая с отцом в одной сфере, многое можно узнать из его собственного опыта. Этот процесс обучения оказался намного интереснее и эффективнее, чем если бы необходимую информацию я черпал из литературы. Часто приходилось задумываться, как бы отец поступил в том или ином случае, какое решение бы принял. Я очень благодарен моей семье за оказанную помощь. Особенно ясно это понимается по прошествии многих лет после смерти родителей. Надеюсь, что теперь уже мой накопленный опыт поможет детям в их профессиональном становлении. Сейчас эта потребность уже ощущается со старшим сыном, который учится в МЭИ.

– У вас трое детей. Двое школьников и старший сын, студент Московского энергетического института. Вы повлияли на его жизненный выбор?

– Дело в том, что в нашей семье образовалась такая сильная династия энергетиков не случайно: мы все росли в подходящей среде. Принципы и основы нашей жизни были заложены еще в детстве дедом Василием Василье-

– Ваше профессиональное становление состоялось в оперативно-диспетчерской службе ОДУ Юга. Кого вы можете назвать своим учителем?

– На юге мне посчастливилось работать под началом профессионалов самого высокого уровня в энергетике. Главным диспетчером ОДУ в то время был Валерий Айрабедович Кососьян, специалист высочайшего уровня и мудрый руководитель. Многим обязан своему непосредственному руководителю – начальнику диспетчерской службы ОДУ Олегу Федоровичу Журенкову. Благодаря их опыту и поддержке многие молодые специалисты получили мощный профессиональный старт, позволивший найти свое призвание в различных отраслях энергетики, в том числе и в Системном операторе. Например, заместитель Председателя Правления АО «СО ЕЭС» Сергей Павлушко, начальник Службы электрических режимов Андрей Михайленко, начальник Службы долгосрочного планирования энергетических режимов Игорь Тупицин. Мы все прошли серьезную школу ОДУ.

– А свой первый рабочий день вы помните?

– Не помню – прошло очень много лет. Думаю, это был обычный день, но, наверное, чуть более стрессовый. Помню, что сама работа сра-

вичем. Отец Владимир Васильевич для многих был образцом мудрости и порядочности. Инженером-энергетиком была моя мама, братья отца и матери посвятили свою жизнь нашей отрасли. Моя жена также инженер-энергетик. Поэтому выбор старшего сына не случаен, энергетика – наша жизнь. А если в семье есть выдающиеся люди, то младшее поколение невольно будет стараться не запятнать честь фамилии и внести свой вклад в общее дело.



С отцом и братом. Пятигорск, 2005 год



На Зеленчукской ГЭС – ГАЭС. 2019 год



Рабочее совещание. Калининград, 2013 год

Эти знания и позволяли понимать принципы функционирования и управления энергосистемой

зу же меня захватила. Диспетчерская работа тогда отличалась от сегодняшней, была менее формализована. Это трудно объяснить, но когда ты сталкиваешься с энергосистемой, с этим огромным техническим объектом, и понимаешь, как она функционирует, как управляется, какими способами обеспечивается ее устойчивость – это действительно захватывающе. Мне было тогда очень интересно разобраться, как эта система работает изнутри, как реализовано противоаварийное управление, как построена организационная структура управления. Конечно, это предполагало обилие новой информации, многое нужно было учить, но эти знания и позволяли понимать принципы функционирования и управления энергосистемой.

В этой связи не могу не вспомнить добрым словом Анатолия Павловича Циммермана – начальника Службы электрических режимов, а позднее заместителя главного диспетчера ОДУ Юга. Его глубокие знания, неподдельный интерес к предметной области и, что немало важно, умение передавать знания молодежи, позволяют, без сомнения, назвать его одним из моих учителей.

С диспетчерской стезей было связано несколько лет работы, а уже в 2000-х годах я ушел с диспетчерской должности, и это уже другая история.

– Ваша профессиональная биография представляет собой внушительный список достижений. Как вы думаете, благодаря чему это стало возможным? Какие качества помогли вам столь многого добиться?

– Я думаю, что здесь сыграла роль совокупность факторов. С самого начала своей карьеры, в 1990-х – начале 2000-х годов, я упорно трудился и учился новому, был активен. Мне все было безумно интересно. В 2000 году на первом Всероссийском конкурсе диспетчеров ОДУ мы вдвоем с Андреем Крюковым заняли второе место. Это была хорошая школа. Спустя много лет в 2015 году команда ОДУ Юга взяла «золото» на таких соревнованиях, подтвердив высокий уровень мастерства диспетчерского персонала. Я был очень рад за ребят.

Ну а ключевой рывок в карьере произошел с переездом в Москву. Здесь открылись новые горизонты, удалось получить уникальные знания.

– Какой период вы считаете самым сложным в профессиональном плане – работу в Пятигорске или уже здесь, в Москве?

– Если говорить о трудностях именно профессионального толка, то такой период был не один. Первый – момент вхождения в профессию. Это большие объемы новых знаний, необходимость нарабатывать опыт, новый коллектив... А второй – да, переезд в Москву, опять новые, масштабные задачи. Говоря о начале работы в Москве, хочу отметить большую профессиональную и человеческую поддержку моего непосредственного руководителя в тот период – главного диспетчера Единой энергосистемы Александра Федоровича Бондаренко.

– За 16 лет работы в Исполнительном аппарате Системного оператора какие интересные, с профессиональной точки зрения, задачи вы бы вспомнили?

– За это время многое произошло. Отмечу период становления Системного оператора как нового игрока в изменившемся в рамках реформы электроэнергетики нормативно-правовом поле. До 2010 года были разработаны и приняты правительством РФ ключевые документы, по которым мы живем уже десятилетие –

Правила оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, Правила технологического присоединения, Правила разработки и утверждения схем и программ перспективного развития электроэнергетики, Правила утверждения инвестиционных программ субъектов электроэнергетики. Документы разрабатывались при непосредственном участии сотрудников Системного оператора. Помню, в 2009 году очень много времени провел в аппарате Правительства РФ, давая ответственным работникам буквально построчные комментарии текста проекта Правил оперативно-диспетчерского управления.

Реформа электроэнергетики расширила функции нашей компании, у нас появилась возможность оказывать влияние на планирование развития ЕЭС, инвестиционные программы субъектов электроэнергетики. Для обеспечения выполнения новых задач в Системном операторе с нуля была построена новая функциональная вертикаль, усилены основные функциональные службы, входящие в блок главного диспетчера. Считаю, что компания достойно справилась с

взрывным развитием ЕЭС, начавшимся после 2008 года.

– Какой вы руководитель, по вашему мнению? Приходилось ли вам принимать жесткие решения?

– Я думаю, что правильный ответ на этот вопрос – я руководитель, который точно знает, что залог успеха в решении задач коллективом – сформированная профессиональная команда. Важные слагаемые хорошей команды: ясное понимание целей, возможность высказать свое мнение, баланс между делегированием полномочий и централизацией принятия решений. Коллектив – это всегда непросто. Сказать, что я принимал какие-то жесткие решения, не могу. Хотя мне приходилось договариваться с людьми о понижении в должности, например. Но при этом считаю, что любое решение должно быть аргументировано. Если есть аргументы, то решение обосновано. Если их нет, а ты все равно его продавливаешь, это в моем понимании и есть жесткое решение. Не помню, чтобы я так поступал.



На вершине Бештау. 2012 год

Выступления «Металлики» в России не пропускаю

– В своей руководящей работе вы в чем-то берете пример с отца?

– Скорее нет. Дело в том, что я не так долго проработал под его началом в той должности, чтобы я мог перенимать какие-то навыки руководящей работы. Они были приобретены и сформированы уже в Москве. Я просто не имел возможности в полной мере наблюдать его стиль руководства, как наблюдал работу других наших руководителей – Бориса Ильича Аюева и Николая Григорьевича Шульгинова.

– Во сколько начинается и заканчивается ваш день?

– Начинается в полшестого-шесть, заканчивается в 10–11 вечера. Как правило, с семи утра я на работе. Это уже привычный для меня режим.

– Есть ли у вас время для хобби, посещения кино, театра, чтения художественной литературы?

– В свободное от работы время смотрю кино, читаю книги, общаюсь с семьей, стараюсь находить время для спорта и все также слушаю «Металлику».

– И ездите на все концерты? На каком были в последний раз?

– На все попасть невозможно, но выступления в России не пропускаю. Как правило, ходим на концерты с братом. В последние годы к нам присоединился старший сын. Несколько лет назад даже удалось с музыкантами пообщаться, когда они были в Москве.

– А как вы любите проводить отпуск?

– Просто лежать и ничего не делать в отпуске не люблю уже давно. По сравнению с тем, что было лет 15 назад, мои предпочтения поменялись. Так что, если куда-то едем, это не пляжный отдых. Интересно ездить на экскурсии, смотреть достопримечательности. Увлекаюсь фотографией. Красота природы иногда настолько завораживает, что ум невольно старается ее запечатлеть всеми доступными способами. У меня накопилась на компьютере довольно увесистая папка с фотографиями гор, ущелий, рек, неба... Подумываем с женой о том, чтобы издать серию фотоальбомов.

– А в какой сфере лежат ваши источники удовольствия в жизни? Это интеллектуальный труд, может быть, общение?



На отдыхе. Черное море, 2019 год

Блиц-опрос

- Вы довольны собой?
- Нет.
- Верите ли вы в приметы?
- Нет.
- Кино какого жанра вы любите?
- Мрачные скандинавские детективы.
- Что вы читаете?
- В основном художественную литературу. Мне интересно все – от Пелевина до Шекспира, от Стивена Кинга до Платонова.
- Вы любите петь?
- Ну, поскольку не умею, то да, люблю. Но это шутка, конечно.
- Назовите три слова, которые ассоциируются у вас с понятием «отдых».
- Небо, море, облака.
- Вы оптимист?
- Надо верить в хорошее, но быть готовым к негативному развитию событий, подстраховываться и, как мы любим говорить в технологическом блоке, «включать голову».

– Безусловно, отчасти это работа. Когда ты проработал десятилетия, то уже сильно зависишь от этой деятельности, не столько даже финансово, сколько ментально. Ты привык, что это большая часть твоей жизни. И она, конечно, накладывает отпечаток. Наша работа не дает нам скучать, постоянно происходит что-то новое. Честно говоря,

я даже удивлен, что за столько лет мы, я имею в виду отрасль в целом, так и не вышли из периода постоянных перемен, из какой-то турбулентности. Мы постоянно что-то создаем.

– А если бы люди имели фантастическую возможность выбирать, в какой стране родиться, то какое бы это было государство мира в вашем случае?

– Я сейчас лишен иллюзий по поводу других стран, везде есть свои проблемы. Думаю, надо просто работать и улучшать жизнь у себя, а не мечтать о том, где лучше. Путешествовать я люблю по разным местам. Есть такое хорошее выражение «меняю яркие воспоминания на свежие впечатления». Мне всегда интересны новые впечатления, они создают ощущение наполненности, насыщенности жизни. Может быть, они не имеют большой ценности сами по себе, но из них, как из кирпичиков, складывается жизнь. Чем больше путешествуешь, тем больше понимаешь историю стран, тот путь, который они прошли. Есть природные объекты, горы, например, которые прекрасны сами по себе, настолько, что захватывает дух. Но мне больше интересны именно исторические места и объекты, которые дают возможность больше узнать о стране. |



Рыбак и поклонник "Металлики" Александр Ильенко. 2013 год



СОЛНЦЕ ПОД КОНТРОЛЕМ

Системный оператор совместно с «Авелар Солар Технолоджи», входящим в группу «Хевел», 2 сентября 2019 года после продолжавшихся в течение восьми месяцев опытных испытаний ввели в промышленную эксплуатацию систему дистанционного управления режимами работы Бурибаевской солнечной электростанции. Это первый реализованный в ЕЭС России проект подобного рода. Внедрение дистанционного управления выводит на новый уровень решение вопросов диспетчерского и технологического управления генерирующим оборудованием таких электростанций, дает возможность быстрой реализации управляющих воздействий, в том числе для обеспечения допустимых параметров электроэнергетического режима энергосистемы после аварийных возмущений. Также это позволяет оптимизировать расходы на содержание объектов солнечной генерации за счет перехода на их обслуживание без постоянного оперативного персонала. Опыт, полученный при реализации проекта, уже активно используется на проектируемых и строящихся солнечных электростанциях.

Как работает солнечная электростанция

В схему любой солнечной электростанции (СЭС) в качестве типовых необходимых элементов входят солнечные панели, контроллер управления, аккумулятор и инвертор. Каждая

солнечная панель представляет собой блок из некоторого количества модулей, которые объединяют в себе последовательно соединенные полупроводниковые фотоэлементы на основе кремния – ячейки.

При воздействии солнечного света в цепи соединенных последовательно фотоэлементов



солнечной панели возникает постоянный электрический ток. Для выдачи мощности СЭС в энергосистему Республики Башкортостан постоянный ток напряжением в диапазоне от 12 до 72 В, вырабатываемый солнечными панелями, преобразуется в переменный в специальном устройстве – инверторе. И уже полученный переменный ток поступает на подстанцию, где его напряжение повышается до 6–10 кВ, после чего происходит выдача мощности СЭС в энергосистему.

Следить за параметрами работы солнечных панелей и автоматически менять их настройки для обеспечения максимальной производительности и оптимальных режимов работы позволяет включенный в электрическую цепь СЭС контроллер управления.

Выработка СЭС полностью зависит от метеоусловий и поэтому крайне нестабильна

Подходы к управлению

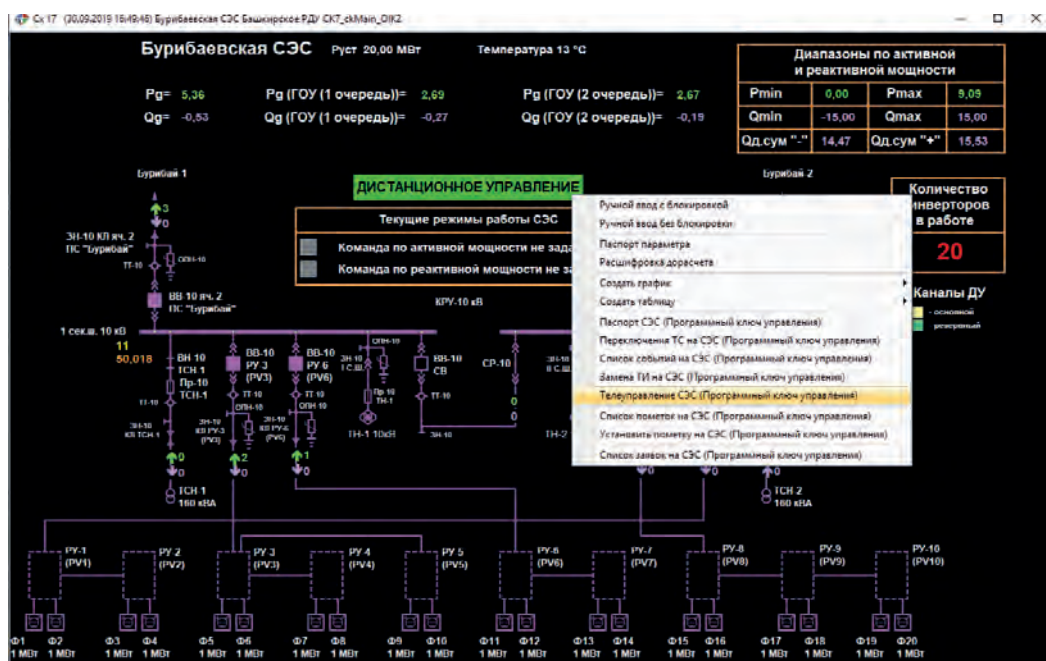
Выработка СЭС полностью зависит от метеоусловий и поэтому крайне нестабильна. Мировой опыт свидетельствует о том, что в энергорайонах, где совокупная мощность генерации с нестабильной выработкой превышает 30 % от общей установленной мощности, требуется реализация специальных мер для обеспечения баланса производства и потребления электроэнергии. Каждая страна с ощутимой долей ВИЭ в объемах генерации выбирает для себя наиболее приемлемый и экономически обоснованный набор методов. Среди них в том числе резервирование

СЭС мощностью «традиционных» маневренных энергоблоков гидроэлектростанций, газотурбинных и парогазовых электростанций, использование гидроаккумулирующих электростанций (ГАЭС), развитие связей между энергосистемами, применение накопителей электроэнергии большой мощности, равномерное распределение по энергосистеме солнечных электростанций. Кроме того, за рубежом для сглаживания неравномерной нагрузки солнечной генерации активно применяются технологии управления спросом Demand Response, позволяющие за счет мотивации потребителей изменять потребление электроэнергии в энергосистеме.

Одним из перспективных способов решения проблемы нестабильности выработки солнечной генерации может стать повышение ее маневренности и эффективности управления за счет внедрения дистанционного управления активной и реактивной мощностью СЭС.

В 2018 году американская компания Energy and Environmental Economics Inc. провела исследование возможностей гибкого управления работой солнечных электростанций и математически смоделировала разные режимы работы солнечной генерации на примере конкретного энергетического хозяйства, находящегося под управлением компании Tampa Electric Company (TECO) в штате Флорида. Авторы рассмотрели четыре сценария диспетчерского управления СЭС в порядке возрастания маневренности: «Must-Take» – выработка солнечных электростанций не регули-





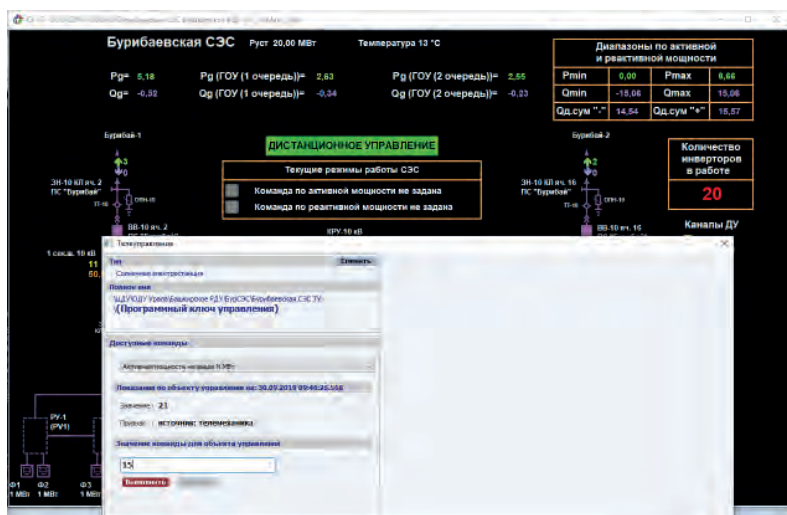
Операторский интерфейс для управления режимами работы Бурибайевской СЭС

Современные солнечные электростанции могут реагировать на команды диспетчера энергосистемы намного быстрее традиционных электростанций

руется, сеть должна принять весь выработанный объем, «Curtailable» – вынужденное принудительное прекращение выработки, «Downward Dispatch» – управляемое снижение выработки и «Full Flexibility» – полная гибкость (маневренность). Сценарий «Must-Take» работает при незначительной доле СЭС в объеме генерирующей мощности в энергосистеме. В противном случае возникает избыток, который нужно либо передавать в соседние энергосистемы, либо «аннулировать», перейдя ко второму ограничивающему сценарию «Curtailable». Этот сценарий широко применяется в энергосистемах с большой долей ВИЭ или их быстрым развитием и является, так сказать, «грубым» инструментом («выключателем»). Более тонкий подход предусматривает «Downward Dispatch», когда диспетчер энергосистемы в режиме реального времени может как снижать выработку солнечной электростанции, так и регулировать величину вырабатываемой мощности других электростанций. И наконец, в сценарии «Full Flexibility» диспетчер энергосистемы получает возможность не только снижать, но и увеличивать выработку солнечных электростанций. По итогам исследования сделан вывод, что современные солнечные электростанции могут работать гибко и реагировать на команды диспетчера энергосистемы намного быстрее, чем генерирующее оборудование традиционных электростанций.

Наш пилотный

Для оперативно-диспетчерского управления Единой энергосистемой России проблема непредсказуемости выработки солнечной генерации пока не актуальна и в масштабах всей энергосистемы страны, возможно, не будет актуальной никогда. Но что касается управления энергосистемами отдельных регионов, то здесь этот вызов может появиться уже в ближайшие годы. В наиболее солнечных уголках страны активно ведется строительство солнечной генерации, чему способствует государственная программа ДПМ ВИЭ, предусматривающая гарантированный возврат инвестиций собственникам попавшей в нее возобновляемой генерации путем заключения договоров о предоставлении мощности возобновляемых источников энергии на оптовый рынок. К 2024 году объемы солнечной генерации в энергосистеме страны должны вырасти почти до 2 ГВт. Именно такие целевые показатели определены Распоряжением Правительства РФ от 08.01.2009 №1-р. И эти мощности будут не равномерно распределены по ЕЭС России, а сосредоточены в энергосистемах нескольких регионов. Системный оператор, работая на перспективу, уже сейчас, на этапе проектирования большинства солнечных электростанций, старается решить все вопросы, связанные с их полноценной интеграцией в Единую энергосистему России.



Интерфейс ввода команд управления

Принципиальное решение о реализации первого в ЕЭС России проекта по организации дистанционного управления мощностью СЭС было принято в декабре 2016 года на совместном совещании Системного оператора и компании «Авелар Солар Технолоджи» (сейчас – Группа компаний «Хевел»). Для осуществления проекта в качестве пилотной была выбрана Бурибаевская СЭС в энергосистеме Республики Башкортостан. На тот момент времени это была самая крупная солнечная электростанция в операционной зоне Филиала АО «СО ЕЭС» «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Республики Башкортостан» (Башкирское РДУ). Ее установленная мощность – 20 МВт.

Основная идея проекта заключалась в том, чтобы диспетчеры Системного оператора получили систему дистанционного управления СЭС с простым и удобным интерфейсом, позволяющим контролировать параметры работы станции и выбирать необходимые команды управления в специальной форме оперативно-информационного комплекса (ОИК). Система должна полностью заменить традиционное управление при помощи голосовых команд, отдаваемых диспетчерами Системного оператора оперативному персоналу Бурибаевской СЭС.

При запуске проекта в первую очередь необходимо было решить ряд организационных и технических задач. Специалисты компании «Авелар Солар Технолоджи» и филиалов АО «СО ЕЭС» ОДУ Урала и Башкирское РДУ совместно разработали принципы дистанционного управления активной и реактивной мощностью

СЭС, определили состав и назначение управляющих команд, а также технические требования к автоматизированной системе управления технологическими процессами (АСУ ТП) электростанции и информационному обмену между ОИК Башкирского РДУ и АСУ ТП СЭС. Кроме того, на этом этапе был разработан типовой состав телеинформации, подлежащей передаче в диспетчерский центр, организованы и протестированы основной и резервный каналы связи между ОИК и АСУ ТП для реализации дистанционного управления с учетом требований информационной безопасности.

Для надежного исполнения команд дистанционного управления был разработан специальный алгоритм, который позволяет защитить оборудование Бурибаевской СЭС от возможных некорректных команд при различных сбоях в передаче данных. Также была разработана инструктивная документация для диспетчерского персонала АО «СО ЕЭС» и оперативного персонала СЭС.

В октябре 2018 года состоялись испытания дистанционного управления режимами работы Бурибаевской СЭС из Башкирского РДУ. Они проходили по утвержденным Башкирским РДУ и «Авелар Солар Технолоджи» программам. Тестировались выполнение операций по снижению активной мощности СЭС до нуля, в том числе путем изменения режима работы инверторов и полного прекращения выдачи мощности, а также ее снижение до фиксированного значения с последующим возвратом до плановой величины. В процессе испытаний реализованы операции по изменению реактивной мощности СЭС – с максимальной выдачей и максимальным приемом реактивной мощности, а также по полному отключению станции от энергосистемы со стороны принимающей мощность СЭС подстанции, протестирована работа системы дистанционного управления при нештатных ситуациях, таких как отказ каналов связи, некорректные команды дистанционного управления и других.

В ходе испытаний выявлен ряд замечаний к реализации команд дистанционного управления. В частности, было установлено, что из-за технических особенностей конвертера протокола Devlink P-200 отсутствовали сообщения об ошибках в случае формирования некорректных команд. Кроме того, был выявлен не отвечающий установленным требованиям алгоритм реализации команд на увеличение выработки активной

В октябре 2018 года состоялись испытания дистанционного управления режимами работы Бурибаевской СЭС



Бурибаевская СЭС

Бурибаевская СЭС стала первой солнечной электростанцией в России, на которой реализован проект дистанционного управления из диспетчерского центра Системного оператора

мощности СЭС при восстановлении нормальной схемы после ее отключения от энергосистемы со стороны подстанции, обеспечивающей выдачу мощности СЭС в Единую энергосистему России.

По итогам испытаний специалисты АО «СО ЕЭС» и ООО «Авелар Солар Технолоджи» разработали комплекс мер по доработке системы управления. В результате конвертер протоколов Devlink P-2B в результате конвертер протоколов Devlink P-200 был заменен на конвертер собственной разработки и доработана схема реализации команд управления. Кроме того, организована передача сообщений об ошибках и установлены дополнительные источники бесперебойного питания для конвертеров. В декабре 2018 года после реализации комплекса мер по отладке алгоритмов реализации команд дистанционного управления и устранению выявленных замечаний система дистанционного управления Бурибаевской СЭС принята в опытную эксплуатацию.

Опытная эксплуатация системы продолжалась восемь месяцев и проводилась диспетчерским персоналом Башкирского РДУ совместно с инженерным и оперативным персоналом электростанции в соответствии с утвержденной программой. На этом этапе реализации проекта также были формализованы команды для управления генерацией СЭС из диспетчерского центра АО «СО ЕЭС», в результате чего расширен перечень стандартных документируемых диспетчерских команд с учетом специфики электростанций ВИЭ.

2 сентября 2019 года филиалы ОДУ Урала, Башкирское РДУ совместно с «Авелар Солар Технолоджи» ввели систему дистанционного управления Бурибаевской СЭС в промышленную эксплуатацию. Так Бурибаевская СЭС стала первой солнечной электростанцией в России, на которой реализован проект дистанционного управления из диспетчерского центра Системного оператора.

Эффект и перспективы

Успех этого проекта открывает двери для распространения цифровых технологий дистанционного управления солнечными станциями по всей стране. Дистанционное управление активной и реактивной мощностью электростанций увеличивает скорость реализации управляющих воздействий по обеспечению допустимых параметров электроэнергетического режима энергосистемы при предотвращении развития и ликвидации аварий в энергосистеме, а также позволяет осуществлять оперативное обслуживание СЭС без постоянного дежурства оперативного персонала на объекте, что имеет прямой экономический эффект для собственника, так как позволяет перейти к схеме обслуживания оперативно-выездной бригадой.

Дистанционное управление режимами работы СЭС стоит в одном ряду с другими «приметами цифровизации» отечественной электроэнергетики: развитием дистанционного управления оборудованием подстанций, внедрением системы мониторинга запасов устойчивости, вводом цен-

трализованных систем противоаварийной автоматики третьего поколения и другими проектами, реализуемыми Системным оператором в сотрудничестве с субъектами отрасли.

Полученный при осуществлении проекта опыт активно применяется для реализации дистанционного управления на других солнечных станциях. В частности, проверенные на Бурибаевской СЭС технические и организационные решения используются в ходе реализации проекта дистанционного управления мощностью Исянгуловской СЭС в Башкирской энергосистеме, а также пилотного для Алтайской энергосистемы проекта по организации дистанционного управления режимом работы Майминской СЭС. Системный оператор и компания «Авелар Солар Технолоджи» планируют дальнейшее распространение технологии дистанционного управления мощностью СЭС в Алтайской, Оренбургской и Башкирской энергосистемах как на уже действующих, так и на строящихся объектах солнечной генерации.

ны ориентироваться на четко обозначенные и прозрачные нормативные и технические требования, включающие в себя также и требования к системам дистанционного управления СЭС.

Часть требований к ВИЭ уже стала обязательной благодаря включению их в утвержденные правительством РФ в августе 2018 года Правила технологического функционирования электроэнергетических систем (ПТФ ЭЭС). В соответствии с Правилами для ВЭС и СЭС определены общесистемные технические параметры генерирующего оборудования – установленная мощность, максимальная располагаемая мощность, скорость снижения активной мощности, регулировочный диапазон активной мощности, технологический минимум, регулировочный диапазон реактивной мощности, а также подтверждается готовность к участию в общем первичном регулировании частоты. Также Правилами предусмотрено, что работа СЭС и ВЭС должна длительно обеспечиваться при изменении частоты электрического тока в энергосистеме от 49 до 51 Гц. Также в ПТФ ЭЭС учтены требования к ВИЭ по снижению нагрузки при авариях в энергосистеме – они должны обеспечивать возможность разгрузки по активной мощности в пределах регулировочного диапазона со скоростью не менее 10 % в минуту от номинальной мощности, а также возможность реализации управляющих воздействий противоаварийной автоматики на снижение объема выдачи мощности или отключение генерирующего оборудования.

Дистанционное управление – не единственное условие успешной интеграции солнечных станций в ЕЭС России

Нормативный процесс

Однако дистанционное управление – не единственное условие успешной интеграции солнечных станций в ЕЭС России. Для полноценной интеграции и нормального функционирования собственники СЭС в своей деятельности долж-



Соль-Илецкая СЭС



Покос травы вокруг панелей Бурибаевской СЭС

Другая часть требований к ВИЭ по инициативе Системного оператора вошла в регламенты оптового рынка электроэнергии и мощности. Так, в регламенты ОРЭМ внесены важные уточнения, учитывающие особенности функционирования солнечных и ветровых электростанций. Они касаются вопросов обмена телеметрической информацией между СЭС, ВЭС и диспетчерскими центрами субъекта оперативно-диспетчерского управления и вопросов организации абонентского рабочего места оператора для подачи уведомлений на оптовый рынок. В документы, регулирующие работу ОРЭМ, также внесены требования по участию СЭС и ВЭС в ОПРЧ.

С 1 апреля 2017 года разработанные и утвержденные в АО «СО ЕЭС» в соответствии с Правилами оптового рынка электрической энергии и мощности Технические требования к генерирующему оборудованию участников оптового рынка и Порядок установления соответствия генерирующего оборудования участников оптового рынка техническим требованиям распространили свое действие и на СЭС и ВЭС. Документы затрагивают вопросы определения способности генерирующего оборудования к выработке электроэнергии, соблюдения срока ремонтов, а также касаются порядка расчета объема недопоставки мощности.

В рамках пилотного проекта по организации дистанционного управления мощностью СЭС, в соответствии с требованиями ПТФ ЭЭС, была реализована возможность участия солнечных электростанций в общем первичном регулировании частоты путем автоматического снижения выдаваемой в электрическую сеть активной мощ-

ности электростанции при увеличении частоты, осуществляемом средствами преобразователей постоянного тока либо путем отключения части генерирующего оборудования СЭС. Первые пилотные натурные испытания функции ограничения активной мощности инверторного оборудования СЭС в зависимости от частоты сети выполнялись на Соль-Илецкой СЭС при непосредственном участии сотрудников АО «СО ЕЭС». По итогам совещания АО «СО ЕЭС» и компании «Авелар Солар Технолоджи» по вопросам участия солнечных электростанций в общем первичном регулировании частоты (ОПРЧ) утвержден «План-график изменения характеристик генерирующего оборудования по частоте и реализации ОПРЧ на генерирующем оборудовании СЭС». В соответствии с документом по операционной зоне ОДУ Урала были успешно проведены испытания для проверки и подтверждения готовности оборудования десяти солнечных электростанций к участию в ОПРЧ.

Начато формирование нормативно-технической базы и по дистанционному управлению «зеленой генерацией». В октябре 2018 года в Системном операторе утверждены разработанные с учетом опыта реализации проекта на Бурибаевской СЭС Порядок организации дистанционного управления режимом работы по активной мощности электростанций ВИЭ из диспетчерских центров АО «СО ЕЭС» и Общие технические требования к АСУ ТП электростанций ВИЭ для обеспечения возможности дистанционного управления. Также были разработаны инструкции для диспетчерского персонала по осуществлению дистанционного управления режимами работы СЭС.

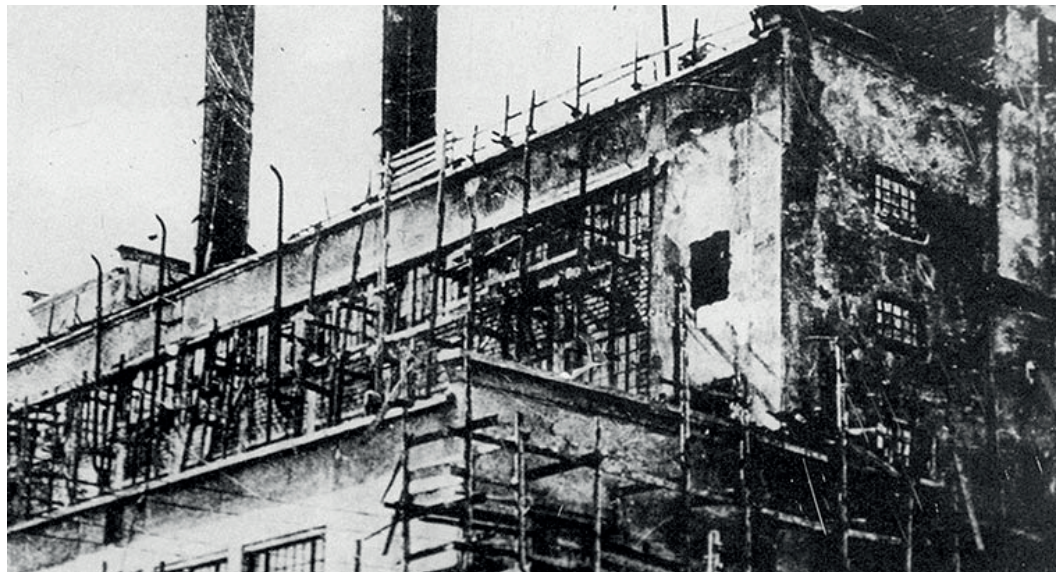
В области формирования системы нормативных технических требований к ВИЭ вообще и СЭС в частности уже сделаны первые шаги, но еще многое предстоит сделать. С точки зрения Системного оператора, отвечающего за надежность энергосистемы, первоочередные задачи в рамках создания регуляторной нормативной базы по ВИЭ – разработка и принятие общеобязательных технических требований к характеристикам силового оборудования и системам регулирования СЭС и ВЭС, требований к типовому составу устройств РЗА, принципов и методов моделирования этих электростанций для выполнения необходимых расчетов и планирования режимов работы, методов контроля, испытаний и подтверждения соответствия указанным требованиям, а также создание принимаемой всеми участниками процесса терминологической базы. |



Георгий Мамаджанянц – «мама» ОДУ Востока

Героя этой статьи по праву можно назвать легендарным дальневосточным энергетиком. За свою долгую и плодотворную жизнь он много в чем был первым – первым управляющим Хабаровской энергосистемы, первым начальником созданного им же ОДУ Востока, первым в труде и новаторстве... 14 сентября исполнилось 110 лет со дня рождения Георгия Григорьевича Мамаджанянца.

Молодой специалист с дипломом инженера-теплотехника по путевке Наркомата тяжелой промышленности СССР был направлен на Дальний Восток



Строительство Комсомольской ТЭЦ-2, 1930-е

Первые шаги профессионального пути

Георгий появился на свет в Одессе в большой и дружной семье. Отец его работал формовщиком в литейном цехе Январского завода по ремонту паровозов и вагонов. Достаток был самый скромный, и дети подрабатывали, чтобы помочь старшим. После школьных занятий Георгий вместе с братом Александром отправлялись продавать бублики, ириски и прочие нехитрые лакомства. В 1924 году Мамаджаняц закончил семилетку и поступил в железнодорожную электропрофтехшколу. Через два года учебное заведение перевели в Киев, куда Георгий ехать не захотел и перешел в механическую школу. Продолжал подрабатывать. Как сам отмечал в своих воспоминаниях, «давал уроки начальнику железнодорожных складов коммунисту Сазонову».

В 1927 году Георгий проходил производственную практику в Одесских железнодорожных мастерских, и в своем отчете о практике на 276 страницах отразил весь цикл ремонта вагонов. На следующий год уже на паровозной половине мастерских прошел все цеха: литейный, котельный, механический и сборочный. Вновь последовал основательный вдумчивый отчет. После окончания школы в 1929 году Георгия направили на годовую стажировку в Ленинград, где он начинал кочегаром, затем стал помощником машиниста и, наконец, машинистом на Финляндском вокзале.

В 1930 году Мамаджаняц поступил в Одесский индустриальный институт на тепломеханиче-

ский факультет. В первый учебный месяц Георгию дали стипендию, но вскоре отменили ее из-за малого производственного стажа. Вновь пришлось подрабатывать, на этот раз чертежником на Одесском судоремонтном заводе – четыре дня в неделю с пяти часов вечера и до полуночи. В 1934 году он, наконец, получил стипендию, когда его приняли заведующим кабинетом турбинных и тепловых станций в институте. Преддипломную практику Мамаджаняц проходил на Ворошиловградской электростанции паровозостроительного завода, где по совместительству работал конструктором. В декабре того же года на «отлично» защитил дипломный проект «Воздухотеплоэлектроцентральный мощностью 92 МВт», после чего получил направление на Казанский авиазавод. Однако оттуда поступило сообщение, что предприятие законсервировано, и тогда молодой специалист с дипломом инженера-теплотехника по путевке Наркомата тяжелой промышленности СССР был направлен на Дальний Восток – на авиастроительный завод в город Комсомольск-на-Амуре.

Город, согретый дыханием ТЭЦ

Город юности, как его называют, был и сам еще очень юн – Комсомольск основали в 1932 году, и первые жители в полной мере столкнулись с неустроенностью быта и штурмовщиной, характерными для грандиозных строек той сложнейшей эпохи. Даже добраться до места назначения Георгию Григорьевичу удалось только в

Первые жители в полной мере столкнулись с неустроенностью быта и штурмовщиной, характерными для грандиозных строек той сложнейшей эпохи



Закладка теплоцентрали Амурской судостроительной верфи (будущая Комсомольская ТЭЦ-2), начало 1930-х

Наладчики, приехавшие с завода-изготовителя и столкнувшиеся в первые же минуты испытаний со взрывом угольной пыли на котле, сбежали

июне 1935 года. Люди в основном ютились в палатках и землянках, лишь счастливым доставались комнаты в деревянных бараках.

Первоначально на авиационном заводе Мамаджанянц заведовал двумя локомотивными станциями и дизель-генераторной. Уже в августе его перебросили на строительство котельной. Несмотря на все трудности, два котла смонтировали всего за два месяца. И это при том, что пришлось перепроектировать котельную на использование мазута вместо дров. После пуска котельной Георгия Григорьевича назначили начальником технического отдела строительства завода.

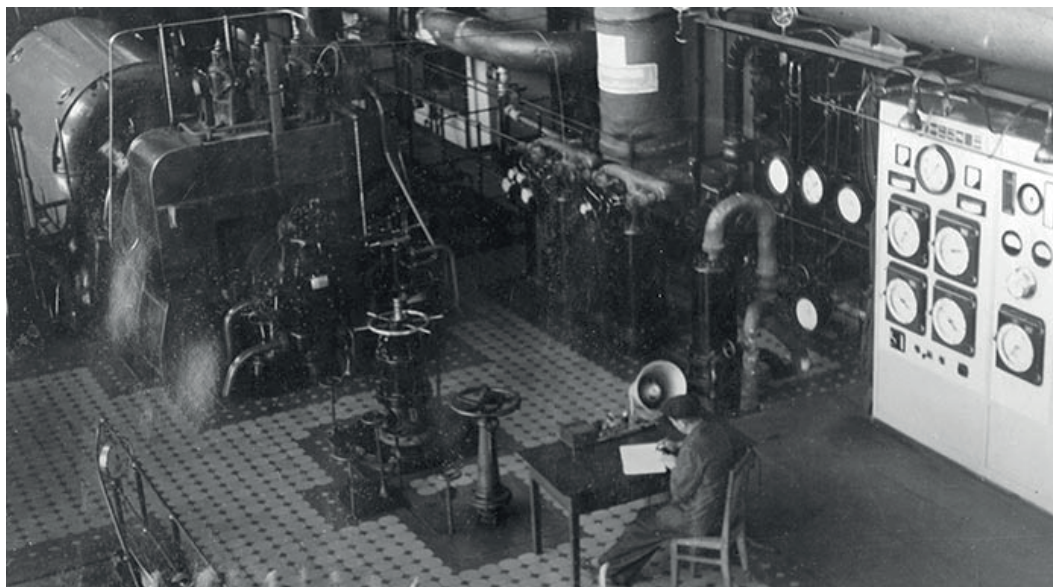
Следующее назначение во многом стало судьбоносным – в 1937 году Мамаджанянца перевели на второе градообразующее предприятие Комсомольска-на-Амуре – так называемый «почтовый ящик», судостроительный завод п/я 199 (впоследствии судостроительный завод имени Ленинского комсомола, ныне это Амурский судостроительный завод). По решению горкома комсомола Георгий Григорьевич возглавил технический отдел ТЭЦ завода, впоследствии выросшей в Комсомольскую ТЭЦ-2. Станция стала первенцем большой энергетики города юности, и именно на ней произошло становление молодого инженера и его превращение в опытного и квалифицированного специалиста-теплоэнергетика.

С 1937 по 1948 год Г.Г. Мамаджанянц прошел путь от начальника ПТО ТЭЦ до ее директора. В этот период была спроектирована и построена в

рекордно короткие сроки – всего за 22 месяца – вторая очередь ТЭЦ-2. Она включала в себя два генератора по 12 МВт и три котла производительностью 75 тонн пара в час. Оборудование поставлялось с Невского машиностроительного завода и Ленинградского завода «Электросила». Официально вторая очередь была введена в эксплуатацию в марте 1939 года.

О Мамаджанянце как о профессионале и новаторе много говорит история с переводом котлов ТЭЦ-2 на бурый уголь Райчихинского месторождения. Когда наладчики, приехавшие с завода-изготовителя и столкнувшиеся в первые же минуты испытаний со взрывом угольной пыли на котле, сбежали, методом проб и ошибок силами работников теплоэлектроцентрали котлы на новое непроектное топливо все-таки перевели. Однако взрывы продолжались. Спас ситуацию разработанный под руководством Мамаджанянца способ паротушения на мельницах. Но почти сразу возникла новая проблема с подачей топлива в зимний период. Мороженный уголь необходимо подсушивать, однако как это сделать, никто на станции не знал. Тогда Георгий Григорьевич разыскал книгу профессора Лурье с описанием устройства сушильной установки и спроектировал подобную.

Серьезным испытанием для города и его энергетиков стала война. Два десятка котельных Комсомольска-на-Амуре остались без ушедшего на фронт персонала. Мамаджанянц произвел расчеты и пришел к выводу, что судостроитель-



На ТЭЦ судостроительного завода после пуска второй очереди, 1939 год

Под руководством
Георгия
Григорьевича
шли организация
и становление
Хабаровской
энергосистемы

ный завод может выделить 12 гигакалорий для города. Директор завода одобрил предложение, началось строительство 4,5-километровой теплотрассы. При ее сооружении использовали собранные по всему городу трубы и задвижки, работы выполнялись без средств механизации. Несмотря на все трудности, за 55 дней работа была выполнена, и 1 ноября 1941 года в дома комсомольчан пришло долгожданное тепло. С этой даты и начались теплофикация города от ТЭЦ с постоянным ежегодным наращиванием мощности теплофикационной установки и протяженности теплотрасс.

В те же военные годы Георгий Григорьевич разработал дробилку для тракта топливоподдачи, барабан которой имел не один, а сразу несколько зубов для дробления угля. Для своего времени конструкция оказалась новаторской и впоследствии нашла широкое применение по всей стране. Этим изобретательская и рационализаторская деятельность Мамаджанянца не ограничивалась, Георгий Григорьевич непрестанно думал об улучшении технико-экономических показателей работы ТЭЦ. В частности, уже после войны, в 1951 году, по его предложению на котлах второй очереди теплоцентрали смонтировали экономайзеры низкого давления для снижения температуры уходящих дымовых газов и повышения коэффициента полезного действия. Проект и чертежи выполнили работники технического отдела ТЭЦ, а оборудование изготовили на судостроительном заводе. За счет их включения

в работу снизились потери тепла с уходящими газами, а экономия топлива составила порядка 6 Гкал/ч, чего было достаточно для отопления трех крупных городских кварталов.

Первый управляющий Хабаровской энергосистемы

В 1957 году в стране были созданы совнархозы, и Георгий Мамаджанянец как самый опытный специалист-теплоэнергетик постановлением бюро Хабаровского крайкома КПСС был направлен в совнархоз управляющим «Хабаровскэнерго». Под руководством Георгия Григорьевича шли организация и становление Хабаровской энергосистемы, подбирались кадры, повышался уровень их квалификации, наращивались генерирующие мощности, строились линии электропередачи и подстанции.

За 12 лет его работы во главе «Хабаровскэнерго» установленная мощность электростанций региона выросла более чем в три раза. Расширялись Комсомольская ТЭЦ-1 и ТЭЦ-2, Хабаровская ТЭЦ-1, Биробиджанская ТЭЦ, Майская ГРЭС, Хорская ТЭЦ, была введена первая очередь Амурской ТЭЦ, построены новые электросетевые объекты напряжением 6–220 кВ, сформировались Хабаровский и Комсомольский энергорайоны. Все города и сельские районы юга края от Облучья до Бикина были электрифицированы, большая часть промыш-



Комсомольская ТЭЦ-2

Под руководством Георгия Григорьевича, прекрасно знакомого с кадровым потенциалом региона, был сформирован первоначальный коллектив ОДУ Востока

ленных предприятий и населения Хабаровска, Комсомольска-на-Амуре и Биробиджана получили тепло и горячую воду от ТЭЦ.

Первый начальник ОДУ Востока

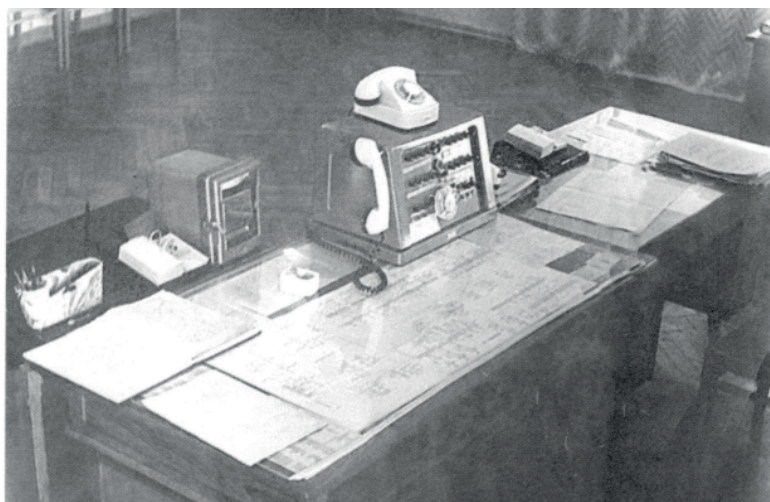
Время вносило свои коррективы в структуру управления энергетикой страны. В январе 1969 года руководство Министерства энергетики и электрификации СССР направляет Георгия Григорьевича на чрезвычайно ответственную работу: организовать и возглавить новую энергетическую организацию – Объединенное диспетчерское управление энерго-

системами Забайкалья и Дальнего Востока, созданное 16 мая 1968 года приказом № 55а Министерства энергетики и электрификации СССР и подчинявшееся непосредственно Управлению «Главсеверовостокэнерго».

Под руководством Георгия Григорьевича, прекрасно знакомого с кадровым потенциалом региона, был сформирован первоначальный коллектив ОДУ Востока, приступивший к решению сложной и ответственной задачи объединения изолированных энергосистем юга Дальнего Востока.

До конца 1960-х на Дальнем Востоке не существовало объединенной энергосистемы (ОЭС) – все региональные энергосистемы работали изолированно, электрические связи между ними отсутствовали. Разобщенность генерации наряду с маломощностью сказывались на развитии экономики. Для подготовки к параллельной работе дальневосточных энергосистем и было создано ОДУ Востока.

Справиться с целым комплексом новых сложных задач Георгию Григорьевичу помогли талант организатора и опыт всей предыдущей работы в энергетике. Начиналось все в январе 1969 года с одного человека. Не было людей, не было даже помещения, где можно начать работать. Наконец для новой организации выделили несколько небольших комнат в здании Центральных электрических сетей на улице Промышленной в Хабаровске. Коллектив состоял из девяти человек, включая начальника. Из оборудования имелись



Первое рабочее место диспетера ОДУ Востока, 1971 год

20 мая 1971 года было организовано круглосуточное оперативно-диспетчерское управление параллельной работой двух энергосистем



Крыльцо ОДУ Востока в цоколе здания по улице Тихоокеанской, середина 1970-х

лишь городской телефон и примитивный частотомер. Работа началась с поиска и разработки нормативной документации – должностных и технологических инструкций, правил, нормативов, регламентов. Затем специалисты кропотливо изучали режимы работы энергосистем и энергорайонов, знакомились с энергообъектами, прорабатывали важнейшие вопросы перспективного развития – уже велось строительство системообразующей сети и проступали первые контуры будущей объединенной энергосистемы.

В 1970 году впервые по ЛЭП 220 кВ были соединены Хабаровская и Амурская энергосистемы, началась их параллельная работа. Так родилась Объединенная энергосистема Востока. 20 мая 1971 года было организовано круглосуточное оперативно-диспетчерское управление параллельной работой двух энергосистем. Первый временный диспетчерский пункт ОДУ Востока представлял собой комнату с письменным столом и стоявшим на нем коммутатором. Диспетчерский щит заменяла висящая на стене оформленная на листе ватмана схема энергообъединения. Связь осуществлялась путем заказа разговора через телефонную станцию, телемеханические средства передачи информации отсутствовали.

Функции ОДУ Востока в структуре «Главсеверовостокэнерго» были весьма широки, однако основной задачей являлось оперативно-диспетчерское управление работой энергосистем, входящих в ОЭС Востока, для обеспечения на-

дежности и экономичности электроснабжения потребителей. Вместе с тем в зону ответственности входили также изолированно работающие энергосистемы от Забайкалья до Чукотки.

На первую половину 1970-х годов пришелся период активного строительства системообразующей сети напряжением 220 кВ Амурской, Дальневосточной (впоследствии Приморской), Магаданской, Сахалинской, Хабаровской, Читинской и Якутской энергосистем. В 1971 году Хабаровская и Приморская энергосистемы были включены на параллельную работу по ЛЭП 110 кВ.

Диспетчер должен знать все

Первыми диспетчерами, по воспоминаниям Валентина Викторовича Смирнова – ветерана ОДУ Востока, пришедшего на диспетчерскую работу, а в 1988–2005 годах возглавлявшего организацию, – стали приглашенные с Хабаровской ТЭЦ-1 Анатолий Михайлович Легких и Анатолий Прокопьевич Дайбов. Руководителем релейной службы был назначен Евгений Петрович Кеслер, перешедший из управления «Хабаровскэнерго». В числе первых сотрудников ОДУ оказались также Людмила Петровна Подоба и Юлия Михайловна Миневич. Работа диспетчеров заключалась в сборе сведений по телефону о выработке электроэнергии и тепла, об оборудовании электростанций и авариях, если таковые случались.

Работа диспетчеров заключалась в сборе сведений по телефону о выработке электроэнергии и тепла, об оборудовании электростанций и авариях, если таковые случались



На субботнике по уборке прилегающей к ОДУ Востока территории, начало 1970-х

Мамаджаняц прямо говорил, что только тот может оперативно управлять огромной энергосистемой, кто познал все тонкости работы электростанции

Сводки ежедневно передавались по телефону в Москву в «Главсеверовостокэнерго».

Сам В.В. Смирнов, имевший за плечами институт и опыт производственной работы на заводе, был принят на должность диспетчера только в августе 1969 года: Георгий Григорьевич настоял на первоначальном прохождении стажировки на профильном производстве. Лишь после работы на Хабаровской ТЭЦ-1 на всех оперативных должностях, начиная от обходчика котла, и успешной сдачи экзаменов по каждой специальности будущий диспетчер получил право допуска к самостоятельной работе. При этом два раза в месяц он должен был докладывать Георгию Григорьевичу обо всем, чего за прошедшее время достиг. Мамаджаняц прямо говорил, что только тот может оперативно управлять огромной энергосистемой, кто познал все тонкости работы электростанции.

Георгий Григорьевич не жалел времени на обучение подчиненных. Сам будучи грамотным энергетиком и человеком очень разносторонним, он старался свои знания и опыт передать другим. Когда ехал на предприятие в командировку, обязательно брал с собой несколько специалистов, чтобы они на месте разобрались с возникающими вопросами, выработали методику действий на будущее. Сам Георгий Григорьевич тоже активно изучал региональные энергосисте-

мы, ведь хорошо знакома ему была лишь Хабаровская. Мамаджаняц регулярно посещал крупные энергообъекты, разбросанные по огромной территории востока страны, и за три года он побывал на электростанциях Читинской, Якутской, Камчатской, Сахалинской, Приморской и Амурской энергосистем, познакомился с Вилюйской ГЭС и строящейся Зейской.

«Мама» для коллектива

По многочисленным воспоминаниям работавших с Георгием Григорьевичем, его очень любили и коллеги, и подчиненные за необыкновенную душевность и обаяние. Все, кому довелось работать под началом Мамаджаняца, отмечают его редкостное отношение к работе и людям, его внимание к каждому человеку. Он никогда не ограничивал время общения с подчиненными – старался передать каждому специалисту все то, что сам накопил за полвека работы в энергетике. Будучи начальником ОДУ Востока, Георгий Григорьевич ежедневно бывал на диспетчерском пункте, он беспокоился не только о том, как работала энергосистема в минувшие сутки, но и какое настроение у диспетчерского персонала. Непременно всякий раз заглядывал в холодильник – его интересовало, чем питают-



Г.Г. Мамаджанян с коллегами в Хабаровскэнерго, 1960-е

ся диспетчеры. Он никогда не отрывал себя от коллектива, и если поступала разрядка на отправку трудового десанта на овощную базу, в совхоз или на стройку, он всегда был в числе первых, кто ехал и делал вместе со всеми самую грязную работу.

Еще на Комсомольской ТЭЦ-2 за глаза его называли Мамой. И это было не только сокращение фамилии, но и отражение взаимоотношений с коллективом. В работе Георгий Григорьевич был требователен и при «разборе полетов» всегда докапывался до сути, поэтому его часто назначали председателем различных комиссий. Однако критиковать Мамаджанянц умел тактично, никогда не стремясь унижить виновных, а делая все, чтобы в дальнейшем ошибки не повторялись.

Несмотря на солидную комплекцию, Г.Г. Мамаджанянц любил весело отдыхать и на неформальных мероприятиях с удовольствием принимал участие в танцах. Уже много позднее, приходя в ОДУ Востока в Дни энергетика в качестве гостя и ветерана предприятия, Георгий Григорьевич, невзирая на возраст, уходил с мероприятий в числе последних.

Прочный фундамент на будущее

В 1972 году Г.Г. Мамаджанянцу удалось выбить для ОДУ цокольный этаж строящегося жилого дома в районе магазина «Маяк» на улице Тихоокеанской. Там и разместились все службы ОДУ Востока. Численность персонала к тому моменту достигла 70 человек. Уже были в основном сформированы службы режимов, релейных защит, связи, вычислительной техники, оперативно-диспетчерская. Получили и установили современную по тем временам вычислительную машину БЭСМ-4М, на которой стали вести расчеты режимов, обработку статистических данных.

Одновременно в здании РЭУ «Хабаровскэнерго» на улице Шеронова было выделено помещение под диспетчерский пункт. Там смонтировали современный для своего времени мозаичный диспетчерский щит и пульт Ленинградского завода «Электропульт». На щите создали мнемосхему ОЭС Востока. Основная информация со станций и системных подстанций при помощи устройств телемеханики по высокочастотным каналам высоковольтных линий электропередачи переда-

валась на диспетчерский пункт и выводилась на пульт и щит в виде телесигналов положения объектов контроля, аварийных сигналов и телеизмерений некоторых электрических параметров.

Можно сказать, что к 1973 году ОДУ Востока как организация по оперативному управлению энергосистемой Дальнего Востока состоялось. А вскоре, когда сложный процесс создания организации остался позади, Г.Г. Мамаджанянца освободили от должности начальника под предлогом ухода на пенсию, переведя в рядовые инженеры. Сейчас за давностью лет уже сложно судить, что именно стало причиной, вероятно, Георгию Григорьевичу не удалось найти общего языка с руководством главка. В любом случае Мамаджанянц оставлял руководящую должность с уверенностью в надежно обеспеченном будущем созданного им ОДУ Востока.

Лучшая память

На заслуженный отдых Георгий Григорьевич ушел в феврале 1979 года, проработав в общей сложности 54 года, в том числе более 44 лет в дальневосточной энергетике. Г.Г. Мамаджанянц прожил долгую, яркую и интересную жизнь. В ней нашлось место и послереволюционной романтике юности, и самоотверженному труду военного лихолетья, и принятию ответственности за новаторские решения, и высочайшему профессионализ-

му, и любви к людям, и ответному чувству людей. Его знали, уважали и любили коллеги далеко за пределами Хабаровска, и когда в 2004 году Георгия Григорьевича провожали в последний путь, пришедших оказалось так много, что широкая улица с трудом вместила всех желающих проститься.

Лучшими памятниками этому легендарному человеку стали Хабаровская энергосистема и сердце дальневосточной энергетики – ОДУ Востока. Перед современным щитом во всю стену просторного светлого зала сидят диспетчеры, к которым в режиме реального стекается информация с тысяч энергообъектов от Забайкалья и Западной Якутии до Татарского пролива и берегов Японского моря; отсюда ведутся оперативный контроль и управление работой всех крупных электростанций, основных линий электропередачи и узловых подстанций, составляющих ОЭС Востока, обеспечивая надежное электроснабжение миллионов потребителей. Это ли не достойный венец неординарной жизни выдающегося энергетика?

К счастью для потомков, Г.Г. Мамаджанянц оставил подробные мемуары, на которых основаны написанные о нем статьи. Один из лучших и наиболее полных материалов, вошедших в сборник «Энергия души. Хабаровская энергосистема: время, события люди» под редакцией А.Н. Митина, изданный в 2008 году, и стал одним из источников для этого текста. |

Мамаджанянц оставлял руководящую должность с уверенностью в надежно обеспеченном будущем созданного им ОДУ Востока



В День энергетика уже в качестве гостя и ветерана в ОДУ Востока, начало 1990-х годов



WORLD
ENERGY
COUNCIL



САМЫЕ КРУПНЫЕ О САМОМ ВАЖНОМ

Одно из ключевых направлений деятельности Ассоциации системных операторов крупнейших энергосистем GO15 в последние годы связано с развитием диалога с государственными регуляторами, научно-техническими профессиональными сообществами, поставщиками технологий и другими организациями, определяющими политику развития мировой энергетики. GO15 взаимодействует со всеми крупнейшими мировыми объединениями, занятыми обсуждениями инициатив в рамках цифровой трансформации электроэнергетики. Хорошей возможностью донести точку зрения системных операторов до отраслевого профессионального сообщества стало приглашение заместителя Председателя Правления АО «СО ЕЭС», президента GO15 в 2019 году Федора Опадчего к участию в 24-м конгрессе Мирового энергетического совета (МИРЭС, WEC), который прошел в Абу-Даби в сентябре. В рамках этого мероприятия Федор Опадчий рассказал о том, как системные операторы крупнейших энергосистем мира отвечают на вызовы, связанные с цифровой трансформацией мировой энергетики и изменениями структуры энергорынков.

Вызовы эпохи «энергетического перехода»

Часть генерирующих мощностей в энергосистеме неизбежно мигрирует «за счетчик»

Процессы трансформации мировой электроэнергетики, называемые в профессиональной среде «энергетическим переходом» (energy transition), наращивают темп и постепенно качественно меняют ландшафт отрасли. В ряде стран производство электроэнергии все больше смещается от крупных электростанций, которые традиционно были фундаментом больших энергосистем, к небольшим распределенным генераторам. ВИЭ и другие типы нетрадиционной генерации (например, малые газовые турбины, станции на биотопливе) множатся там, где развитие локальных мощностей выгоднее развития сетей, в том числе по причинам отсутствия свободной территории.

Изменение парка оборудования приводит к значительному снижению предсказуемости генерации: выработка ВИЭ зависит от малопрогнозируемой погоды. Значительная часть ВИЭ – это распределенная генерация, то есть подключен-

ная к распределительным сетям. Таким образом, часть генерирующих мощностей в энергосистеме неизбежно мигрирует «за счетчик», выходя из зоны видимости системного оператора, при этом сохраняя возможность влиять на работу энергосистемы. Все это снижает наблюдаемость энергосистемы, а значит и ее управляемость в традиционном понимании этого термина.

Вместе с тем, технологический скачок последних десятилетий стал причиной появления совершенно новых факторов, которые необходимо учитывать в оперативно-диспетчерском управлении из-за их влияния на режимы работы энергосистем. Так, многочисленные прогнозы показывают, что развитие электротранспорта уже в ближайшее десятилетие может существенным образом повлиять на график потребления.

«Один из важнейших трендов, который мы наблюдаем сегодня – это рост технологической сложности энергосистем. Развитие ВИЭ требует серьезного усиления сети. Это достигается массовым вводом новых высоковольтных линий, в том числе линий постоянного тока. Их появление приводит к необходимости внедрения схем одновременного функционирования сетей переменного и постоянного тока высокого напряжения. Это принципиально усложняет управление энергосистемой. Активно развивается «офшорная генерация». С ней в энергосистеме появляются отдельные районы с большим объемом генерации, но мало предсказуемым графиком выработки и постоянной угрозой ее значительного стремительного падения. И это ставит перед нами новые задачи по поддержанию баланса», – подчеркнул Федор Опадчий, выступая на совместном семинаре GO15 и Международной Конфедерации регуляторов энергетики ICER в рамках 24-го конгресса Мирового энергетического совета.

Одновременно из-за глобальных климатических изменений возрастают частота, глубина и масштаб катастрофических природных явлений, драматически влияющих на надежность энергосистемы: температурных аномалий, ураганов.

При этом Федор Опадчий отметил, что вопросы надежности и устойчивости энергосистем, безусловно, остаются приоритетом, и значимость их возрастает. Современное развитие цивилизации критически зависит от качества энергоснабжения, поэтому требования к непрерывности, надежности и качеству энергоснабжения со временем только увеличиваются.



Федор Опадчий на World Energy Council

Как заставить утку взлететь?

В качестве иллюстрации своих слов о влиянии новых технологий на процессы оперативно-диспетчерского управления Федор Опадчий привел пример изменения суточного графика нагрузки в операционной зоне одного из калифорнийских системных операторов, энергосистема которого отличается растущей долей возобновляемых источников энергии. «Рост доли ВИЭ, в первую очередь солнечной генерации, принципиально меняет профиль нагрузки. Пик солнечной активности излучения приходится на дневные часы и, соответственно, привычная форма графика суточной нагрузки приобретает необычную форму, получившую название «кривая утки» (duck curve), когда посреди дня наблюдается значительный провал потребления из-за того, что многие домохозяйства оснащены собственными солнечными панелями. И с увеличением доли возобновляемых источников в энергосистеме этот провал увеличивается, что приводит к проблемам для системного оператора. В данном случае в энергосистеме штата Калифорния нужно набрать 13 тыс. МВт в течение трех часов, что предполагает наличие соответствующих регулировочных возможностей. С увеличением доли возобновляемых источников в энергосистеме этот разрыв увеличивается, что является вызовом для системного оператора», – пояснил президент GO15.

Во-первых, для поддержания баланса требуются дополнительные ресурсы регулирования.

Во-вторых, объем этих ресурсов не является постоянным и не может быть точно спрогнозирован, так как провал зависит от погодных условий. Соответственно, системному оператору нужно предпринять определенные действия, чтобы «утка» взлетела.

В поисках ответа на это вызов системный оператор и энергетический регулятор проводят модификацию рынков для стимулирования развития технологий накопления энергии и их интеграции в энергосистему, развивают технологии управления спросом Demand Response, применяют методы тарифного регулирования – дифференциацию цен на электричество в зависимости от времени суток, стараются влиять на структуру ВИЭ, чтобы сделать ее более сбалансированной между ветром и солнцем. Еще одной эффективной мерой для системного оператора CAISO, управляющего энергосистемой Калифорнии, становится территориальное расширение границ рынка – чем большая территория попадает под единый рыночный механизм, тем больше возможностей для обеспечения в ней баланса выработки и потребления.

Что общего у Сибири и Калифорнии?

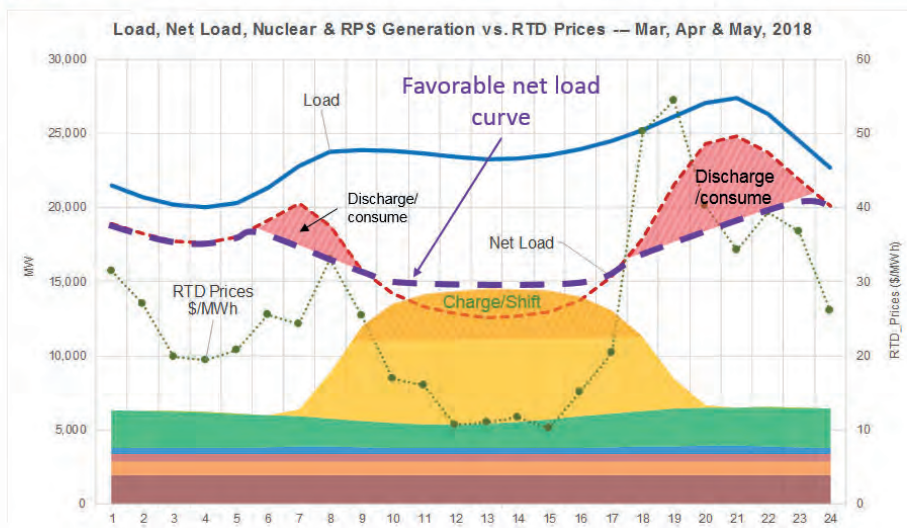
В России, как и в США, механизмы «классического» дизайна энергетических рынков (рынок на сутки вперед, балансирующий рынок, рынок мощности, рынок системных услуг) уже несколь-

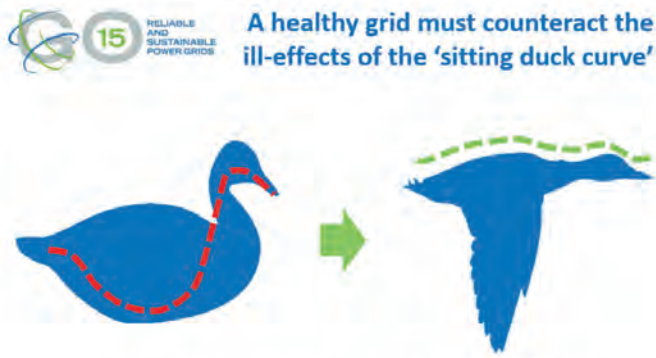
Рост доли ВИЭ, в первую очередь солнечной генерации, принципиально меняет профиль нагрузки

МИРЭС – крупнейшая в мире международная неправительственная организация в сфере энергетики объединяет более 100 стран, в том числе Россию, через национальные комитеты МИРЭС. Главные задачи организации: консолидация руководителей и профессионалов в энергетической сфере, поощрение исследовательской работы по энергетическим вопросам, сопоставление научных сведений для устойчивого развития энергосектора, изучение различных методов энергоснабжения и перспектив применения энергии, а также освещение глобальных, государственных, региональных стратегий путем проведения мероприятий на мировом уровне, научных исследований с публикацией их результатов.



California Example: the Duck Curve





We must make the duck fly!

Source: California ISO

ко лет активно дополняются новыми рыночными инструментами, позволяющими отвечать на вызовы эпохи «энергетического перехода». Для расширения инструментария регулирования баланса энергосистемы в России развиваются технологии управления спросом как для крупных потребителей – участников оптового рынка, так и для относительно небольших розничных потребителей. Первые уже два года используют управление спросом самостоятельно по ценовым сигналам оптового рынка, чем пользуются алюминиевые заводы в Сибири. Для вторых разработана модель агрегаторов спроса, которая является отражением модели «прокси-управления» (управления через посредников) – такое определение используется для нее в мировой энергетической дискуссии. Агрегаторы объединяют способности потребителей регулировать свое потребление и дают им возможность управлять потреблением по сигналам оптового рынка, зарабатывая на этом деньги. Сейчас модель агрегаторов в России проходит апробацию в рамках пилотного проекта.

Также в России развивается модель микроэнергосистем (microgrids) – активных энергетических комплексов, для которых сейчас разрабатываются специальные рыночные правила. Задача – обеспечить возможность корректного взаимодействия микроэнергосистемы с большой энергосистемой с точки зрения резервов мощности и си-

стемных сервисов, включая работу небольших распределенных источников генерации внутри микросистемы с самостоятельным поддержанием баланса.

Все эти и ряд других новых рыночных инструментов развиваются в мире как ответы на вызовы эпохи «энергетического перехода», которую в мировом энергетическом сообществе окрестили «эпохой 3D» (Decarbonization, Decentralization, Digitalization).

«Почему в России мы развиваем эти новые инструменты? Ведь пока доля ВИЭ и распределенной генерации в нашей энергосистеме сравнительно невелика. Ну, во-первых, объем новых энергоресурсов у нас постепенно, но неизбежно возрастает. А во-вторых, у нас есть необходимость для развития этих новых сервисов и получения от них прогнозируемых эффектов, – пояснил Федор Опадчий. – В энергосистеме России есть примерно 2,5 тысячи МВт генерации, которая используется в среднем всего 44 часа в год. Это не очень эффективная генерация с высокими издержками, которая не выдерживает конкуренции на рынке на сутки вперед и используется для покрытия пикового потребления при необходимости. Внедрение вместо нее таких инструментов, как управление спросом, более экономически эффективно, так как способно оптимизировать цены на электроэнергию на рынке в пиковые часы. А с развитием возобновляемой энергетики в будущем, очевидно, будут возникать провалы графика нагрузки в энергосистеме (правда, скорее всего, краткосрочные), и в этом тоже могут помочь современные рыночные инструменты».

Внимание на авангард

Обозначив наиболее актуальные проблемы, Федор Опадчий перечислил ряд задач, которые, по мнению участников Ассоциации GO15, профессиональному сообществу необходимо решить в первую очередь. По его словам, прежде всего

С развитием возобновляемой энергетики в будущем, очевидно, будут возникать провалы графика нагрузки в энергосистеме

GO15 – профессиональное объединение системных операторов, управляющих крупными мировыми энергосистемами. Энергосистемы входящих в ассоциацию организаций совокупно обеспечивают около 70 % мирового потребления электроэнергии. GO15 создана в 2004 году как ответ на вызов, брошенный отрасли серией блэкаутов в ряде

крупных энергосистем. Изначальной целью были совместные мероприятия для противодействия масштабным авариям. Сегодня задачи ассоциации заключаются, в первую очередь, в обмене опытом и выработке общего взгляда на новые стратегические вызовы, стоящие перед мировой электроэнергетикой.

нужно переосмыслить принципы инвестирования в развитие магистральных сетей: генерация мигрирует в районы, где есть природные условия для развития ВИЭ, а не туда, где сконцентрировано потребление, как это было раньше. Кроме того, необходимо переосмыслить требования к подключению новой генерации к энергосистеме с точки зрения оценки ее предсказуемости. Рост такой генерации должен сопровождаться адекватным развитием в энергосистеме новых услуг, необходимых для поддержания надежности – новая генерация и новые сервисы по поддержанию надежности должны развиваться синхронно.

Другой важнейшей задачей президент G015 назвал совершенствование и модернизацию классических рынков электроэнергии и мощности: рыночные модели должны быть пересмотрены с целью придания большей ценности такому качеству генерации, как гибкость – она больше не должна оставаться «побочным продуктом» выработки электроэнергии, а должна иметь самостоятельную ценность и стоимость. При этом не стоит забывать о механизмах, уже доказавших свою эффективность в новых реалиях: управление спросом и распределенными ресурсами необходимо интегрировать в классические рыночные механизмы.

Особую важность приобретают вопросы долгосрочного планирования. С увеличением доли возобновляемых источников снова возникает вопрос, как обеспечить долгосрочную балансовую надежность в энергосистемах. Для этого необходимо развивать инструменты наблюдения и управления распределенной генерацией, а также максимально диверсифицировать возможности ее участия в рынке.

«Я имею ввиду, что у распределенной генерации должна быть возможность не только торговать произведенной электроэнергией, но и одновременно представлять множество дополнительных услуг с использованием того же оборудования. Например, продавать мощность, возможность разгрузки, регулирование частоты, возможность запуска с нуля соседних станций и так далее. Чем больше возможностей для распределенных и уходящих «за счетчик» генераторов будет предоставлено, тем сильнее они будут привязаны к большой энергосистеме, и тем шире будут возможности управления. С этой же целью необходимо развивать максимальную поддержку систем накопления электроэнергии», – резюмировал свое выступление заместитель Председателя Правления АО «СО ЕЭС». |



Важнейшей задачей G015 Федор Опадчий назвал совершенствование классических рынков электроэнергии и мощности



История сибирской энергетики, запечатленная в значках и медалях

Этот номер «50 Герц» мы начали с рассказа о юбиляре Системного оператора – ОДУ Сибири. Статья, посвященная 60-летию Объединенного диспетчерского управления, познакомила вас не только с историей создания и развития ОДУ Сибири, но и с теми, чьими руками эта история написана, кто по кирпичику строил тот надежный фундамент, на котором сегодня стоит диспетчерское управление ОЭС Сибири. И в качестве завершающего аккорда хотим предложить вам знакомство еще с одним сибирским энергетиком, чье увлечение тесно связано с его работой, да и развивается благодаря ей. Хобби заместителя начальника Оперативно-диспетчерской службы ОДУ Сибири Василия Филина – фалеристика.

Фалеристика – коллекционирование медалей, орденов, значков и других нагрудных знаков – один из самых молодых и при этом самых распространенных в мире видов коллекционирования. Название произошло от слова «фалера», которым обозначались награды римских легионеров. Впервые данное понятие было использовано в тридцатых годах прошлого столетия ученым и коллекционером Олджихом Пильцем из Чехословакии. Именно с тех пор этот термин входит в научный обиход.

В СССР фалеристика стала популярным направлением коллекционирования с 1950-х годов, когда началось расширение межгосударственных связей и туризма и сопутствующий им массовый выпуск различных памятных знаков. Объектом фалеристики может стать практически любой предмет, но, как правило, каждый вид такого коллекционирования строится на определенных принципах: портретистика, геральдика, история, спорт, архитектура и так далее. Василий Филин коллекционирует «энергетические» значки.

В значках можно проследить всю историю развития энергетики Сибири



Строительство Братской ГЭС было объявлено ударной комсомольской стройкой и находилось в центре общественного внимания

Первый «энергетический» значок, который попал мне в руки, когда я пришел в 1995 году работать на Кемеровскую ГРЭС – это значок с надписью «Оперативный персонал Кузбассэнерго». Заинтересовавшись историей электростанции, я нашел значки с юбилейными датами Кемеровской ГРЭС. С этих значков и началось мое увлечение – фалеристика.

В значках, которые посвящены знаменательным датам электроэнергетической отрасли, можно проследить всю историю развития энергетики Сибири. Крупные турбогенераторы на электростанциях ОЭС Сибири появились в конце 1950-х – начале 1960-х годов. Это был период наиболее интенсивного развития энергетики – начало строительства и ввода в эксплуатацию крупных электростанций и мощных линий электропередачи. И он нашел свое отражение в значках.



1954 год

Решение о строительстве Братской ГЭС было принято в сентябре 1954-го. Осенью того же года в Братск прибыли первые рабочие и техника, а 21 декабря начались подготовительные работы по возведению гидроэлектростанции.

Сооружение объекта вело специально созданное управление «Нижнеангаргэсстрой», позднее переименованное в «Братскгэсстрой».

Строительство Братской ГЭС было объявлено ударной комсомольской стройкой и находилось в центре общественного внимания. Многие из строителей были награждены государственными наградами. Гидроэлектростанция стала символом промышленного развития Сибири. Строительство Братской ГЭС было объявлено ударной комсомольской стройкой и находилось в центре общественного внимания. Многие из строителей были награждены государственными наградами. Гидроэлектростанция стала символом промышленного развития Сибири.

1956 год

Участок Ангары от Байкала до Иркутска привлекал гидростроителей еще в дореволюционный период. Он имел почти идеальную зарегулированность стока, благоприятные горно-геологические условия для строительства гидроузла и создания крупного водохранилища, использующего громадную площадь озера Байкал. Наличие рядом крупного города с его промышленными предприятиями давало надежных потребителей электроэнергии, позволяло в короткие сроки создать мощную строительную базу для возведения ГЭС. Иркутское водохранилище заполнялось в течение семи лет. За это время подпор от плотины распространился на озеро Байкал, повысив его уровень на 1,46 метра. Таким образом, с одной стороны, долина Ангары превратилась в залив Байкала, а с другой — само великое озеро стало главной регулирующей частью Иркутского водохранилища.

Иркутская ГЭС была первой в каскаде запланированных гидроэлектростанций на Ангаре и первой крупной ГЭС в Восточной Сибири.

1960 год

Началом формирования Объединенной энергосистемы Сибири можно считать 18 ноября 1960 года, когда Кузбасская энергосистема по первой в Сибири ВЛ 220 кВ Беловская ГРЭС – Новосибирская ГЭС была включена на параллельную работу с Новосибирской и Омской энергосистемами Западной Сибири

Дальнейшее развитие энергообъединения происходило за счет подключения новых энергосистем по линиям напряжением 220 кВ, а с 1963 года – напряжением 500 кВ:

13 ноября 1961 года – Красноярская энергосистема;

31 декабря 1963 года – Барнаульская энергосистема;

28 декабря 1964 года – Бурятская и Иркутская энергосистемы были включены на параллельную работу между собой, а в декабре 1966 года они были включены на совместную работу с остальными энергосистемами объединения.

К 1973 году было полностью завершено формирование двухцепного транзита 500 кВ, связывающего большинство энергосистем, с выходом на межзональную передачу 500 кВ Омск – Ермаковская ГРЭС.

Немало значков из коллекции Василия Филина посвящено строительству сибирских ГЭС



Об истории формирования ОЭС Сибири, которая нашла свое отражение в значках, вы можете прочитать в рубрике «Тема номера»



В 1975 году в подчинении ОДУ Сибири была передана Читинская энергосистема, ранее входившая в состав ОЭС Востока.

11 сентября 1978 года по межзональному транзиту 500 кВ Сибирь – Казахстан – Урал ОЭС Сибири включена на параллельную работу с Единой энергосистемой СССР.

1961 год

Вводом пятого блока мощностью 100 МВт завершено сооружение первой очереди Томь-Усуйской ГРЭС в Кузбасской энергосистеме.

В Красноярской энергосистеме на Назаровской ГРЭС и Красноярской ГРЭС-2 установили и ввели в эксплуатацию по одному турбогенератору единичной мощностью 150 МВт.

В конце 1950-х годов прошлого столетия на своенравной и бурной реке Мамакан в полутора километрах от ее впадения в реку Витим, где старатели добывали золото, началось сооружение уникальной гидроэлектростанции: строили ее в зоне вечной мерзлоты. Таких ГЭС в стране еще не было. На сооружении станции работала в основном молодежь, приехавшая в северный край со всех концов страны. В 1961 году были поставлены под нагрузку первые два гидроагрегата Мамаканской ГЭС.

1963 год

Началось строительство Усть-Хантайской ГЭС – одной из самых северных ГЭС мира.

1964 год

В Центральной части Кузнецкого угольного бассейна, в долине реки Ини, между отрогами Кузнецкого Алатау и Салаирского горного кряжа расположена одна из крупнейших тепловых электрических станций Объединенной энергетической системы Сибири – Беловская ГРЭС. Строительство станции началось в июле 1956 года, а 29 июня 1964 года произошел пуск первого блока мощностью 200 МВт. К концу года установленная мощность Беловской ГРЭС достигла 400 МВт.

1967 год

Для строительства Красноярской ГЭС на Енисее 14 июля 1955 года приказом № 152 Министерства строительства электростанций создано специализированное строительно-мон-

Все уникальное оборудование СШ ГЭС было изготовлено отечественными заводами



Все уникальное оборудование СШ ГЭС было изготовлено отечественными заводами: гидротурбины – производственным объединением турбостроения «Ленинградский металлический завод», гидрогенераторы – Ленинградским производственным электротехническим объединением «Электросила», трансформаторы – производственным объединением «Запорожтрансформатор». Рабочие колеса турбин были доставлены в верховья Енисея водным путем длиной почти в десять тысяч километров, через Северный Ледовитый океан.



Но на этом история энергетики, конечно, не заканчивается. В значках отобразились и другие события, например, реформа энергетики.



Решение о создании межрегиональных компаний – генерирующих компаний оптового рынка (оптовые генерирующие компании – ОГК) и территориальных генерирующих компаний – запечатлены в памятных значках.

Но на этом история энергетики, конечно, не заканчивается



В Читинской энергосистеме 1 февраля 2005 года начало операционную деятельность ОАО «Территориальная генерирующая компания № 14». В Бурятской энергосистеме в соответствии с общей стратегией реформирования Советом директоров РАО «ЕЭС России» было принято решение об учреждении открытого акционерного общества «Третья генерирующая компания оптового рынка электроэнергии» (ОАО «ОГК-3»), в состав которой вошла и Гусинозерская ГРЭС.

Отобразилась
в значках
и история развития
оперативно-
диспетчерского
управления



Диспетчерское управление

Отобразилась в значках и история развития оперативно-диспетчерского управления. В моей коллекции есть значки, посвященные и Центральному диспетчерскому управлению – ЦДУ ЕЭС, и ОДУ Сибири. Коллекция постоянно пополняется, и я хочу поблагодарить друзей и коллег, которые помогали и помогают собирать данную коллекцию, и выразить особую признательность директору Филиала АО «СО ЕЭС» Иркутское РДУ Дмитрию Владимировичу Маякову, начальнику ОС Филиала ПАО «РусГидро» – «Саяно-Шушенская ГЭС имени П.С. Непорожного» Игорю Юрьевичу Погоняйченко и генеральному директору Филиала АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири Алексею Васильевичу Хлебову. |



Экспозиция коллекции Василия Филина
в диспетчерском центре ОДУ Сибири



Системный оператор Единой энергетической системы

Дорога длиною в 60 лет

В сентябре 2019 года Филиал АО «СО ЕЭС» «Объединенное диспетчерское управление энергосистемы Сибири» (ОДУ Сибири) отметил свое 60-летие. В честь юбилея вспомним славные страницы истории и расскажем о новых достижениях этого выдающегося коллектива профессионалов.

стр. 3

