



### **Евгений Рябовол**

начальник отдела по работе со средствами массовой информации  
ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы»

# Девяносто лет надежности: юбилей российской системы оперативно-диспетчерского управления

Современное оперативно-диспетчерское управление Единой энергосистемой России — это 67 диспетчерских центров ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» от Калининграда до Владивостока, 7 тыс. сотрудников, дежурные смены, круглосуточно находящиеся в полной готовности к изменениям в энергосистеме. На службе у современного диспетчера состоят средства телеметрии, программно-аппаратные комплексы для обработки гигантского массива данных, диспетчерские щиты, коммутаторы и каналы связи. Девяносто лет назад в распоряжении диспетчера был лишь телефон.

### **Первый диспетчер**

Датой основания оперативно-диспетчерского управления в России является 17 декабря 1921 г. В этот день Управление объединенными государственными электрическими станциями Московского района Главлэлектр ВСНХ РСФСР разослало на свои электрические станции — общества «Электропередача», Глуховскую, Павловскую, Шатурскую и Ореховскую — документы, определившие

особую роль системы оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике. Ими стали Положение о мерах координирования параллельных работ электростанций и первый в истории энергосистемы график распределения нагрузки для электростанций на декабрь 1921 г.

В течение следующих пяти лет функции оперативно-диспетчерского управления в московской энергосистеме выполнял дежурный инженер-

диспетчер Первой московской государственной электрической станции (1-я МГЭС, в настоящее время — ГЭС-1 им. П.Г. Смидовича ОАО «Мосэнерго»), расположенной на Раушской набережной напротив Кремля. Эта должность была специально введена на МГЭС для составления суточных графиков нагрузок и ее распределения между электростанциями.

«Режим работы этого объединения был сравнительно прост: станция «Электропередача» работала с максимальной нагрузкой, а пики нагрузки и регулировку частоты вела 1-я МГЭС. Нагрузку распределял инженер технического отдела, а контроль за выполнением заданий и ликвидацией аварий проводил дежурный инженер 1-й МГЭС». Так описывалось функционирование диспетчерской службы страны образца 1921 г. в первом учебнике по диспетчерскому управлению, выпущенном в 1936 г. (Вейтков Ф.Л., Мешков В.К. Диспетчерское управление энергосистемами, М.: СТАНДАРТИЗ, 1936).

Однако несмотря на небольшое количество станций и относительную «простоту» электроэнергетических режимов, функция диспетчерского управления была выделена в отдельную технологическую структуру. Уже тогда, на заре энергетики стало понятно, что вопросы эксплуатации электростанций, объединенных в энергосистему, не могут решаться изолированно, исходя из интересов одного элемента системы. «Каждый раз, и особенно при внезапных перерывах в энергоснабжении потребителей, требуется быстрое комплексное решение вопроса, и эту задачу в состоянии выполнить лишь специально созданный для этого оперативный орган», — писали авторы первой книги о диспетчерском управлении.

В функции первых диспетчеров входили распределение нагрузки, контроль напряжения и частоты, проведение переключений, координация ремонтов, ликвидация аварий, эксплуатация диспетчерской связи и телесигнализации. Эти функции и сегодня определяют содержание работы специалистов Системного оператора. Неизменной осталась и основная задача оперативно-диспетчерского управления — обеспечение стабильного функционирования энергосистемы.

### **Все бежали к щиту и подавали советы...**

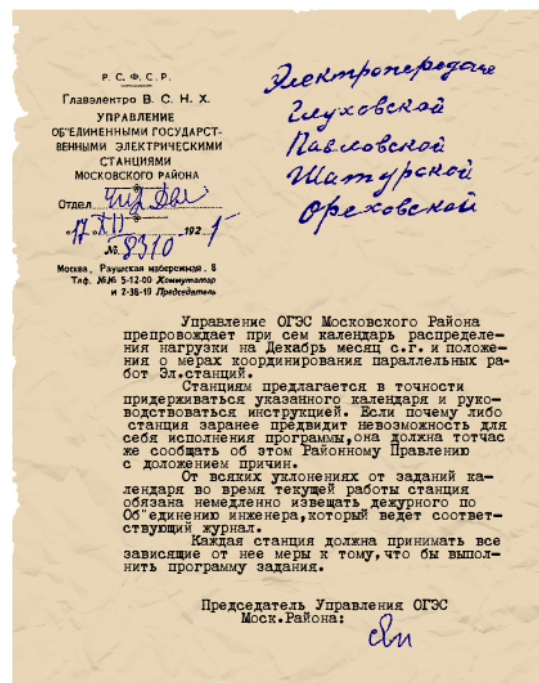
Инженеры-диспетчеры МГЭС управляли режимом энергообъединения до 1926 г., когда в СССР появилась первая выделенная в специальную структуру оперативно-диспетчерская служба. Энергосистема, стремительно растущая в соответствии с принятым в 1921 г. планом ГОЭЛРО, требовала усиления функции оперативно-диспетчерского управления.

Первой оперативно-диспетчерской службой стал Центральный диспетчерский пункт управления Московского объединения государственных электростанций. Вот что пишет в своей книге историк

Г.В. Липенский (Мосэнерго. Этапы становления, М.: Энергоатомиздат, 2000). «В конце 1925 г., когда в электрическую сеть энергосистемы включилась Большая Шатура, дежурному инженеру стало не по силам совмещать две ответственные должности. И тогда выполнять диспетчерскую работу поручили инженерам техотдела. В жилом доме на Садовнической улице выделили одну из квартир. Одну комнату заняла выездная бригада кабельной сети, во второй стали дежурить инженеры. Вначале дежурили без отрыва от основной работы. На Садовническую улицу дежурный приходил только вечером. Перелистывал оперативный журнал, разбирался в записях, затем связывался с электростанциями и уточнял обстановку.

Средств управления системой тогда почти не было. Диспетчер не имел самых необходимых приборов, не знал, какое в сети напряжение, какая частота. Даже об отключениях узнавали только по миганию настольной лампы. И все-таки опыт, приобретенный здесь, стал для молодых инженеров большой практической школой.»

Как ни странно это сейчас звучит, но в 1926 г. не было и основного документа диспетчера — оперативных указаний. Осознание их необходимости еще только рождалось в спорах, как и любая истина. В самом начале работы оперативно-диспетчерской службы руководство приняло решение разместить в коридорах управления электрические звонки, оповещавшие о том, что в энергосистеме произошла авария. Вот что Г.В. Липенский пишет о работе первых диспетчеров: «Одно только беспокоило дежурных диспетчеров: при авариях по всему зданию <...> гремели звонки. Руководители отделов и служб бежали к щиту, подавали советы, шумели, спорили и, часто не зная обстановки, не помогали, а лишь мешали диспетчеру. Аварийные звонки в коридорах сняли. Об авариях руководители



Документ, с которого в 1921 г. началась история отечественного оперативно-диспетчерского управления

стали узнавать из докладов дежурного диспетчера».

Первый диспетчерский щит тоже «рождался в муках». Для основы считали только не предлагали: и металл, и мрамор, но в соответствии с велением того сурового времени остановились на толстой мебельной фанере. Обозначения электростанций, подстанций и линий электропередачи изготовили из карболита — одного из первых в мире видов пластмасс, который тогда активно использовался для изготовления разного рода изоляторов при строительстве объектов электроэнергетики.

На первом диспетчерском щите было четыре электростанции. Сейчас на видеощите филиала ОАО «СО ЕЭС» Регионального диспетчерского управления энергосистемой Москвы и Московской области отображено более 30 электростанций и около 550 подстанций. Однако утверждать, что между тем фанерным щитом и современной видеостеной пролегла пропасть, было бы некорректно. Скорее можно говорить о преемственности поколений, ведь вся 90-летняя история диспетчерского управления тому подтверждение.



Здание МОГЭС на Раушской набережной в Москве, в котором размещался первый диспетчерский пункт



Первый диспетчерский пункт (фото 1925 г.)



Диспетчерский пункт объединения Уралэнерго (фото 1935 г.)



Универсальная электронно-цифровая вычислительная машина второго поколения «М-220А» (фото 1967 г.)

### «Здесь тоже фронт»

В 1920–1930-х гг. в Советском Союзе полным ходом шло строительство электростанций, линий электропередачи и, как следствие, создание региональных энергосистем и энергообъединений. В 1926 г. диспетчерская служба появилась в Ленинграде. В 1932 г. была образована диспетчерская служба объединения Уралэнерго, которая, начиная с 1934 г., когда все электростанции Урала были объединены на параллельную работу линиями электропередачи 110 кВ, осуществляла управление режимами электростанций Урала. К 1935 г. в СССР действовали также Донецкая и Днепровская энергосистемы с собственными диспетчерскими центрами.

Первое объединенное диспетчерское управление (ОДУ) было образо-

вано в 1940 г. — незадолго до начала Великой Отечественной войны. Им стало ОДУ Центральной и Восточной зон Украины. В последующие пять лет были образованы еще два ОДУ: в 1942 г. — Урала, в 1945 г. — Центра.

Развитие системы оперативно-диспетчерского управления не прекращалось ни на минуту. Этому процессу не помешали ни война, ни сталинские репрессии, ни трудности советской жизни. Индустриальная экономика требовала больше энергии, а энергосистема — качественного круглосуточного управления.

Важность энергетической отрасли в деле победы над врагом очень высоко оценивалась руководством страны. С самого начала войны и Сталин, и наркомы в подавляющем

большинстве случаев поддерживали производственные и организационные инициативы Наркомата электростанций. Зачастую Государственный комитет обороны сам принимал решения, направленные на облегчение функционирования отрасли. Например, в целях сохранения кадровой укомплектованности коллективов энергетических объектов Государственный комитет обороны еще в июле 1941 г. принял решение, что рабочий и инженерно-технический персонал энергетических организаций не подлежал мобилизации. Введенный режим бронирования кадров исключал и возможность добровольного ухода на фронт. «Здесь тоже фронт», — такова была царившая на предприятиях атмосфера. Более того, в сентябре 1941 г. из дей-



Монтаж щита в ЦДУ ЭЭС СССР (фото 1974 г.)



Старший диспетчер ОДУ Центра В.Н.Успенский отдает команду на включение в работу ВЛ 400 кВ Куйбышев – Москва. На диспетчерском щите присутствует руководство ОДУ Центра (30 апреля 1956 г.)



Сотрудники ЦДУ ЭЭС СССР на субботнике по строительству зала техникумы, в настоящее время в нем находится Центр тренажерной подготовки персонала ОАО «СО ЭЭС» (фото 1972 г.)

ствующей армии были отозваны две тысячи инженеров-энергетиков, среди которых были и будущие диспетчеры.

Известный советский энергетик Г.Л. Асмолов (в 1941 г. возглавлял Азово-Черноморскую энергосистему) писал в своих воспоминаниях: «Мы столкнулись с непредвиденным: сотни специалистов высшего класса, без которых электростанции работать нормально не могут, заявили о своем желании добровольно идти на фронт. Они требовали освобождения от брони, а на отказ военных комиссариатов жаловались в обкомы, крайкомы и даже в Москву. С трудом удалось разъяснить людям, что электростанции — предприятия особого типа. Бесперебойная их работа необходима, иначе фронт оста-

нется без оружия и боеприпасов» (См. кн.: В.Л. Гвоздецкий. Дмитрий Георгиевич Жимерин: жизнь, отданная энергетике. М.: Энергоатомиздат, 2006).

Количество объектов диспетчеризации и объем перетоков в 1930–1940-е гг. были в десятки раз меньше, чем сейчас. К примеру, в крупнейшей в 1940-е гг. Объединенной энергосистеме Урала в 1942 г. установленная мощность электростанций достигала 1300 МВт — в 33 раза меньше, чем в ОЭС Урала в 2011 г., а совокупная длина высоковольтных линий 110 кВ составляла 2354 км — в 46 раз меньше сегодняшней общей длины линий 110–1150 кВ. Однако отключение потребителей и отделение энергорайона от энергосистемы на изолиро-

ванную работу тогда были обычным делом. В современном оперативно-диспетчерском управлении эти события считаются тяжелейшими последствиями аварии и допускаются крайне редко: даже в августе 2009 г. после крупнейшей в истории российской энергетики аварии на Саяно-Шушенской ГЭС, диспетчерам Системного оператора целостность Единой энергосистемы удалось сохранить. Но в те годы резервы генерирующей мощности и пропускной способности сетей были минимальными. При этом труд диспетчера был полностью ручным.

На диспетчерском пункте того времени были только приборы контроля перетоков активной мощности и уровней напряжения, прибо-

ры контроля частоты электрического тока и коммутатор телефонной связи. Для экономичного распределения нагрузок между электростанциями использовалась специально изготовленная шкала, все расчеты выполнялись вручную. Для расчета электрических режимов применялись модель сетей переменного тока, рассчитанная на несколько станционных и нагрузочных узлов, стол постоянного тока и логарифмическая линейка. В случае возникновения асинхронного режима (нарушения устойчивости параллельной работы электростанций и отдельных генераторов) вручную, по команде диспетчера, отключалась нагрузка потребителей в дефицитном энергорайоне или тоже вручную размыкался транзит, и аварийный энергорайон выделялся на изолированную работу.

#### На пути к энергосистеме-гиганту

В послевоенное время развитие системы оперативно-диспетчерского управления набирало темп. В 1958 г. было основано ОДУ Северного Кавказа (позднее преобразовано

в ОДУ Юга), в 1959 г. — ОДУ Сибири, в 1960 г. — ОДУ Средней Волги, в 1961 г. — ОДУ Северо-Запада (сначала с центром в Риге, а с 1992 г. — в Санкт-Петербурге), в 1968 г. — ОДУ Востока.

Уже ко второй половине 1950-х гг. энергосистема советского государства начала приобретать современные черты, т.е. становиться единой. Функционирование ее в едином режиме началось в 1956 г. с ввода в эксплуатацию воздушной линии 400 кВ Куйбышев — Москва, соединившей ОЭС Средней Волги и ОЭС Центра, а уже через год Объединенное диспетчерское управление Главцентрэнерго (ОДУ Центра) было преобразовано в ОДУ ЕЭС европейской части СССР. Операционная зона его была расширена до всей европейской части страны.

К тому времени у диспетчеров было гораздо больше инструментов управления энергосистемой. К примеру, уже появилось дистанционное управление активной мощностью и выключателями на гидростанциях, позволявшее оперативно регулировать частоту.

В мае 1959 г. была достроена линия Куйбышев — Урал, что позволило организовать в рамках ЕЭС параллельную работу уже трех объединенных энергосистем. Постепенное формирование Единой энергосистемы Советского Союза путем присоединения объединенных энергосистем в основном завершилось к 1978 г., когда к ЕЭС присоединилась ОЭС Сибири, которая к тому времени уже была соединена с ОЭС Востока. Создание Единой энергосистемы позволило более рационально использовать генерирующие мощности страны, эффективно управлять энергетическими потоками, экономить огромные средства.

В 1969 г. для управления режимами и координации деятельности всех объединенных энергетических систем началось создание Центрального диспетчерского управления Единой энергетической системы Советского Союза (ЦДУ ЕЭС СССР). Впервые в мире было организовано трехуровневое централизованное диспетчерское управление: ЦДУ ЕЭС — ОДУ ОЭС — диспетчерские центры региональных энергосистем.



Фрагмент мозаичного диспетчерского щита в Филиале ОАО «СО ЕЭС» Хакасское РДУ (фото 2009 г.)



Современный видеопроекционный диспетчерский щит в филиале ОАО «СО ЕЭС» — Московском РДУ



Главный диспетчерский центр ЕЭС России

Такая вертикаль позволяла обеспечить надежное управление электро-энергетическими режимами Единой энергосистемы.

В период становления ЦДУ были разработаны методы, алгоритмы и программы оптимизации энергетических режимов, расчетов электрических режимов сложных электрических сетей, анализа устойчивости, настройки противоаварийной автоматики. Увеличение числа объектов управления, сложность решаемых режимных задач, рост объема обрабатываемой телеинформации к началу 1970-х гг. определили необходимость внедрения в ОДУ автоматизированных систем диспетчерского управления — АСДУ. В 1971 г. Минэнерго СССР приняло решение о создании отраслевой автоматизированной системы управления — ОСАУ «Энергия». И в ЦДУ ЕЭС начались работы по созданию ее важнейшего компонента — АСДУ ЕЭС СССР. На помощь диспетчерам стали приходить оперативно-информационные комплексы (ОИК) — основной инструмент их труда, позволяющий обрабатывать большие объемы данных для принятия решений по управлению электроэнергетическими режимами.

В 1960–1970-е гг. диспетчерские центры активно оснащались mnemonic мозаичными щитами, которые на тот момент были верхом со-

временности. Они обладали важной характеристикой — позволяли относительно легко менять конфигурацию электронной карты энергосистемы путем замены пустых пластиковых квадратиков на щите на «заполненные» при появлении на карте энергосистемы нового энергообъекта. Часть этих щитов до сих пор выполняет свои функции в региональных диспетчерских управлениях, ожидая замены на более совершенные видеощиты по мере реализации инвестиционной программы Системного оператора.

Технологии оперативно-диспетчерского управления постоянно развивались и совершенствовались. В этой сфере не было «эпохи застоя». На протяжении 1980-х гг. в СССР разрабатывались и внедрялись новые технологические средства управления энергосистемой. ЦДУ ЕЭС СССР вместе с научными и проектными институтами разработало концепции управляемости, живучести и надежности энергосистем и ЕЭС в целом. Были максимально реализованы важнейшие межсистемные эффекты параллельной работы энергосистем в составе ЕЭС — совмещение графиков электрических нагрузок, обеспечение взаимопомощи энергосистем, оптимальная загрузка электростанций. Специалисты ЦДУ совместно с научно-исследовательскими и проектными институтами разработали и ввели в эксплуатацию систему про-

тивоаварийного управления, которая охватывала все межсистемные связи. Также к концу 1980-х гг. в энергосистеме появилась централизованная система автоматического вторичного регулирования частоты и перетоков активной мощности (ЦС АРЧМ). Ее управляющий комплекс был подключен к оборудованию регулирования мощности нескольких крупных ГЭС.

К концу 1980-х гг. ЦДУ ЕЭС СССР представляло собой четко действующий механизм, под управлением которого находилось 88 региональных энергосистем Советского Союза, объединенных в десять ОЭС. Зона параллельной работы ЕЭС СССР раскинулась от Берлина до Улан-Батора, в нее были включены энергосистемы стран — членов СЭВ: Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии и Чехословакии. Кроме того, несинхронно (через вставку постоянного тока) с ЕЭС работала энергосистема Финляндии. Также СССР осуществлял энергоснабжение потребителей ряда других стран Европы и Азии: Норвегии, Турции, Афганистана, Монголии. В таком виде энергосистема работала до начала 1990-х гг. Управление этим гигантским синхронно работающим объединением, растянувшимся более чем на 10 тыс. км с запада на восток и свыше 3 тыс. км с севера на юг, было сложнейшей инженерной задачей, не имевшей аналогов в мире.

## Время перемен

В начале 1990-х гг., смена общественно-экономических формаций, как называли ее историки-марксисты, коснулась всех отраслей экономики, не обойдя стороной и энергетику. Энергообъекты на территории каждого из вновь образованных государств объявлялись его собственностью, управляемой национальными министерствами и ведомствами, а ЕЭС СССР превратилась в межгосударственное энергообъединение стран СНГ и Балтии. Отсутствие заранее согласованных правил межгосударственной параллельной работы серьезно осложняло процедуры планирования и управления режимами. Перед специалистами ЦДУ была поставлена задача в кратчайшие сроки разработать и заключить двухсторонние и многосторонние договоры, регламентирующие действия энергосистем и обеспечивающие надежную параллельную работу энергообъединения. Задача была решена в срок.

Развитие технологических систем оперативно-диспетчерского управления продолжалось и в «лихие 90-е»: началась эра новых вычислительных систем, на базе которых строились АСДУ, наступило время интенсивного внедрения оперативно-информационных комплексов с современной системой отображения информации. Новая платформа ОИК позволила разработать и внедрить ряд сложных вычислительных задач (в том числе функционирующих в реальном времени), обеспечивающих моделирование и оптимизацию режимов, создать прикладные программы для выполнения функций оперативно-диспетчерского управления.

Технологическая база оперативно-диспетчерского управления, сформированная к началу XXI в. и в первые его десятилетия, потребовала бы описания в отдельной статье. В настоящее время для расчета и ведения режимов, формирования ба-

лансов электроэнергетики и мощности, технологического обеспечения работы оптового рынка электроэнергетики и других функций, связанных с управлением ЕЭС и с ее развитием, используется автоматизированная система. В ее состав входит 67 высокопроизводительных центров обработки данных, объединенных одной из крупнейших в мире мультисервисных сетей связи, общая протяженность линий которой превышает 50 тыс. км.

Оперативно-информационные комплексы непрерывно обрабатывают огромный объем информации, поступающей в автоматическом режиме с объектов диспетчеризации от датчиков изменения параметров электроэнергетического режима и состояния оборудования сети. Один только главный диспетчерский центр в Москве получает свыше 15 тыс. телеизмерений и более 6 тыс. телесигналов. Работу автоматизированной системы, используемой для расчетов объемов и цен балансирующего рынка электроэнергии, с октября 2007 г. обеспечивает суперкомпьютер. Базовым элементом большинства деловых процессов современного ОДУ являются расчетные математические модели ЕЭС и отдельных энергосистем, позволяющие прогнозировать электроэнергетические режимы на 15 лет вперед. Активно исследуются возможности использования технологий *Smart Grid* в процессе оперативно-диспетчерского управления Единой энергосистемой.

За последнее десятилетие система оперативно-диспетчерского управления претерпела кардинальные организационные изменения, оставаясь неизменной в своих задачах и функциях. В самом начале реформы электроэнергетики ЦДУ ЕЭС было выделено из состава РАО «ЕЭС России», куда оно было включено в 1992 г., и 17 июня 2002 г. создано ОАО «Системный оператор — Центральное диспетчерское управление ЕЭС России».

Независимо от происходивших в отрасли перемен Системный оператор обеспечил надежное управление энергосистемой на всех этапах реформы. В 2008 г. название компании изменено на ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» в связи с расширением функций. В год 90-летия оперативно-диспетчерского управления задачи и полномочия системного оператора значительно превышают диспетчерские функции. Компания обеспечивает надежное функционирование ЕЭС в режиме реального времени, участвует в процессе перспективного планирования и развития энергосистемы, отвечает за функционирование и развитие технологической инфраструктуры оптового рынка электроэнергии и мощности, принимает участие в контроле за техническим состоянием энергетических объектов, а также за своевременной и надлежащей реализацией инвестиционных программ генерирующих компаний, сформированных по результатам торговли мощностью.

Сегодня ОАО «СО ЕЭС» имеет полностью выстроенную организационную структуру, основанную на единой трехуровневой вертикали оперативно-диспетчерского управления: главный диспетчерский центр в Москве, 7 филиалов — объединенных диспетчерских управлений и 59 филиалов — региональных диспетчерских управлений, осуществляющих круглосуточное управление режимами энергосистем на территории 79 субъектов Российской Федерации.

Системный оператор осуществляет централизованное оперативно-диспетчерское управление крупнейшим в мире электроэнергетическим комплексом, в который входит более 600 электростанций и 9800 линий электропередачи класса напряжения 110–1150 кВ. По состоянию на 1 декабря 2011 г. общая установленная мощность электростанций ЕЭС России превышает 218,2 ГВт. Ежегодный объем вырабатываемой электроэнергии достигает одного триллиона киловатт-часов.