

К 95-летию юбилею оперативно-диспетчерского управления¹

Продолжаем серию публикаций, посвящённых 95-летию оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике России. В прошлом номере мы рассказали о том, как развивались технологии в оперативно-диспетчерском управлении в 1960-х годах и создавалась ЕЭС Европейской части СССР. В этом номере познакомим читателей с дальнейшим развитием энергосистемы и формированием Центрального диспетчерского управления ЕЭС СССР.

1970-е годы

Создание ЦДУ. К окончанию 1960-х годов было в основном завершено формирование Единой энергетической системы Европейской части СССР, включающей объединённые энергосистемы Центра, Урала, Юга, Северного Кавказа, Средней Волги, Северо-Запада и Закавказья. Первая часть задачи по созданию Единой энергосистемы страны была выполнена.

Следующий этап – выход ЕЭС за пределы европейской части – требовал изменения фактически всей структуры управления. В соответствии с разработанной концепцией формирования Единой энергетической системы Советского Союза, оперативно-диспетчерское управление ЕЭС СССР должно было осуществляться централизованной иерархической системой диспетчерского управления, в которой верхнему уровню – ЦДУ (первоначально применялся термин Государственное диспетчерское управление, ГДУ) – подчинены объединённые диспетчерские управления (ОДУ), причём не только оперативно, но и административно. Таким образом, для создания новой централизованной системы диспетчерского управления было необходимо не просто провести реорганизацию старой, но фактически создать новую. Для решения этой задачи требовалось разработать новые принципы организации, нужны были техника и кадры. К работе были привлечены ведущие научно-исследовательские институты и проектные организации, курировал проект лично министр энергетики Петр Степанович Непорожний.

В 1966 г. ОДУ ЕЭС подготовило Техническое задание на проектирование схемы Государственного диспетчерского управления Единой энергетической системы Союза ССР, согласованное руководством Главтехстройпроекта и Энергосеть-

проекта, которое 1 октября 1966 г. было утверждено заместителем министра энергетики и электрификации СССР К. Д. Лаврененко. В техническом задании определялся состав объединённых энергосистем, структура ГДУ и требования к проекту архитектурно-строительной части отдельного здания общей площадью 4500 – 5000 м². Подробно были описаны требования к системам связи и телемеханики и к вычислительной технике. Проектное задание планировалось выполнить всего за год, и 28 сентября 1967 г. вышел приказ Минэнерго СССР № 185, гласящий:

“Совет Министров СССР распоряжением от 23 сентября 1967 г. 2254р принял предложение Минэнерго СССР, согласованное с Госпланом СССР, об организации в 1967 году в г. Москве в составе этого министерства для оперативно-диспетчерского руководства работой объединённых энергетических систем страны Центрального диспетчерского управления Единой энергетической системы СССР в пределах общей численности и фонда заработной платы работников, установленных Министерством на 1967 год. Разрешил, в виде исключения, Минэнерго СССР строительство в г. Москве служебно-производственного здания площадью 7 тысяч кв. метров для указанного диспетчерского управления и для вычислительного центра этого Министерства.

Во исполнение указанного распоряжения Совета Министров СССР приказываю:

1. Организовать в составе Министерства Центральное диспетчерское управление Единой энергетической системы СССР (ЦДУ ЕЭС СССР).

2. Начальникам ОДУ ЕЭС Европейской части т. Нахапетян и Управления по нормированию труда и заработной плате т. Кнорре в 2-недельный срок представить предложению руководству Министерства по структуре и штатам ЦДУ ЕЭС СССР.

¹ Статья подготовлена специалистами ОАО “Системный оператор Единой энергетической системы”

3. Начальникам хозяйственного управления т. Тихомирову и Объединенного диспетчерского управления Единой энергетической системы Европейской части СССР т. Нахапетян в 2-недельный срок представить предложение руководству Министерства о временном размещении ЦДУ ЕЭС СССР и месте строительства служебно-производственного здания для указанного диспетчерского управления и для вычислительного центра Министерства.

Министр энергетики и электрификации СССР
П. Непорожний”

В течение 1968 г. шло согласование множества организационных вопросов, а также выбор площадки для строительства. Проект положения о ЦДУ ЕЭС СССР впервые рассматривался на заседании коллегии Минэнерго 6 января 1969 г., а уже 11 марта “Положение о ЦДУ ЕЭС СССР” было утверждено министром. Представлял проект положения Георгий Антонович Черня, специалист с большим опытом работы в отрасли, как на электростанциях, так и в аппарате Минэнерго. Он был назначен и на должность первого руководителя (главного инженера) ЦДУ.

В течение года длился переходный этап. Минэнерго выделило в пятом подъезде своего здания несколько кабинетов, в которых разместились первые сотрудники ЦДУ. В первую очередь был организован небольшой диспетчерский зал с мнемоническим щитом со схемой основной сети формирующейся ЕЭС. Щит был “слепым” – без каких бы то ни было устройств телеизмерений и телесигнализации. В этом помещении, оборудованном средствами связи, разместились инженеры-информаторы, круглосуточно собиравшие информацию об имевших место нарушениях и происшествиях в работе энергосистем, оборудования электрических станций и электрических сетей для подготовки доклада руководству Минэнерго. Служба разрабатывала способы получения и формы выдачи оперативной технической информации, проводила анализ использования мощностей электростанций в часы максимума нагрузки. На основании этой



Георгий Антонович Черня (1922 – 1997)

Главный инженер ЦДУ ЕЭС СССР в 1969 – 1985 гг.

Начал трудовой путь на судоремонтном заводе в Новочеркасске в 1941 г. В 1949 г. окончил Киевский политехнический институт. После окончания института и до 1960 г. работал на ТЭЦ Кохтла-Ярве в Эстонии дежурным инженером, начальником ПТО, главным инженером. В 1960-х годах, до назначения

главным инженером ЦДУ, работал главным инженером сначала Молдглавэнерго, потом Главтехстройпроекта.

информации планировались и осуществлялись мероприятия по уменьшению ограничений мощности, велся контроль использования различных групп оборудования ТЭС, в том числе энергоблоков 150 – 1200 МВт. На базе выполняемых инженерных расчётов разрабатывались рекомендации и указания, направленные на повышение эффективности использования высокоэкономичных групп оборудования ЕЭС. Таким образом, эффективность загрузки генерирующего оборудования стала первой задачей создаваемого ЦДУ.

Следующим шагом в 1969 г. было создание в ЦДУ ЕЭС службы АСДУ, на которую возлагалась обязанность организации работ по созданию отраслевой автоматизированной системы управления ОАСУ “Энергия” и её важнейшего звена – автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) ЕЭС СССР. Службу АСДУ возглавил заместитель начальника службы релейной защиты ОДУ ЕЭС Владимир Александрович Семенов, выдающийся специалист и прекрасный организатор. Учитывая полное отсутствие в нашей стране чего-либо подобного АСДУ, он первым де-



Владимир Александрович Семенов (1927 – 2010)

Начальник службы АСДУ ЦДУ ЕЭС СССР в 1969 – 1972 гг., с 1972 г. – заместитель главного инженера ЦДУ ЕЭС СССР.

Владимир Александрович, уроженец Воронежа, после окончания Московского энергетического института в 1950 г. был направлен на работу в Центральную службу релейной защиты и автоматики Мосэнерго. В начале

1960-х годах перешёл на работу в службу релейной защиты Объединённого диспетчерского управления европейской части страны. После создания ЦДУ ЕЭС СССР Владимир Александрович возглавил первую в электроэнергетике страны службу автоматизированных систем диспетчерского управления – АСДУ, а впоследствии, в 1972 г., в должности заместителя главного инженера ЦДУ возглавил все работы по созданию АСДУ. С участием В. А. Семенова в систему диспетчерского управления были внедрены последовательно все поколения вычислительных машин, вплоть до персональных компьютеров. В 1995 г. Владимир Александрович становится советником генерального директора ЦДУ ЕЭС и трудится пока позволяет здоровье. Его деятельность не ограничивалась решением только производственных задач. Много времени и внимания доктор техн. наук, профессор В. А. Семенов уделял активной преподавательской работе в МЭИ, ВЗПИ, на факультетах усовершенствования инженеров, являлся одним из наиболее активных членов Российского национального комитета СИГРЭ. Он удостоен почётного титула Distinguished Member (выдающийся член) СИГРЭ. Автор и соавтор более 500 печатных научно-практических работ. Трудовые заслуги В. А. Семенова отмечены в 1976 г. орденом “Знак почёта”. В 1986 г. за участие в разработке теории и методов управления режимами электроэнергетических систем и их реализации в АСДУ ему присуждена Государственная премия СССР, а в 1996 г. за работы в области повышения надёжности и живучести ЕЭС – Государственная премия России.

лом занялся изучением зарубежного опыта, а также подбором кадров, способных решать поставленные перед ЦДУ ЕЭС задачи.

Самым важным шагом по формированию высшего уровня диспетчерского управления стал приказ Министра энергетики и электрификации № 394 от 18 декабря 1969 г. о присоединении ОДУ ЕЭС к ЦДУ ЕЭС СССР. До конца года в подчинение ЦДУ ЕЭС перешли ОДУ Средней Азии, ОДУ Закавказья, ОДУ Юга, ОДУ Северо-Запада и ОДУ Средней Волги. Остальные ОДУ присоединились несколько позднее: ОДУ Северного Кавказа перешло в подчинение ЦДУ ЕЭС в 1970 г., ОДУ Урала и ОДУ Сибири – в 1971 г., а ОДУ Казахстана – в 1973 г.

Начальником ЦДУ ЕЭС в начале 1970 г. был назначен Константин Сергеевич Сторожук, бывший до этого начальником Главвостокэнерго, выходец из Кузбасской энергосистемы. Такое неожиданное решение было связано с тем, что в конце 1969 г. скоропостижно скончался начальник ОДУ ЕЭС К. Т. Нахапетян, возглавлявший всю работу по созданию новой структуры оперативно-диспетчерского управления Единой энергетической системы страны и который, с его опытом и организаторскими способностями, несомненно был первым кандидатом на должность начальника ЦДУ ЕЭС.

Таким образом, в начале 1970 г. начался новый период в истории развития и совершенствования системы оперативно-диспетчерского управления Единой энергетической системы страны.

Коллектив ОДУ ЕЭС, ставший основой коллектива ЦДУ, был пополнен как за счёт привлечения опытных квалифицированных кадров, так и молодых подающих надежды специалистов.

В процессе формирования нового коллектива проявились лучшие качества первого начальника



Константин Сергеевич Сторожук (1921 – 1993)

Начальник ЦДУ ЕЭС СССР в 1970 – 1977 гг.

В 1943 г. окончил с отличием Московский энергетический институт (инженер-электрик). В течение 23 лет непрерывно работал в Кузбасской энергосистеме, начав с должности дежурного диспетчера, затем был назначен начальником производственно-технического отдела – заместителем главного инженера

районного управления. С 1952 г. возглавляет самую крупную в то время в энергосистеме, новую Южно-Кузбасскую ГРЭС. В 1955 г. назначен главным инженером – заместителем управляющего Кузбассэнерго; с 1966 г. – начальник Главвостокэнерго – крупнейшего энергообъединения страны. При его непосредственном участии создаётся Объединённая энергосистема Сибири. После снятия с должности начальника ЦДУ ЕЭС СССР в 1977 г. в течение десяти лет возглавлял Государственную инспекцию по эксплуатации электростанций и сетей. Награждён орденами Ленина, Трудового Красного Знамени, Дружбы народов и медалями.

ЦДУ ЕЭС. К. С. Сторожук был не только опытным специалистом, но и талантливым администратором. Он лично отбирал всех принимаемых на работу в ЦДУ ЕЭС, обладая уникальной памятью, знал в лицо всех своих подчинённых и при встрече приветствовал каждого из них по имени-отчеству. Будучи твёрдым в достижении целей, он проявлял не только требовательность к подчинённым, но также не боялся отстаивать своё мнение перед руководством отрасли. Не раз случалось, что из споров с министром энергетики СССР именно Константин Сергеевич выходил победителем. Вновь организованному управлению тогда требовалось многое, и К. С. Сторожук умел “выбивать” это “наверху”. Именно в период его руководства Центральное диспетчерское управление превратилось в мощнейшую чётко отлаженную и отлично работающую систему. Но это был не скорый путь.

Строительство здания ЦДУ. В 1972 г. началось строительство здания ЦДУ ЕЭС на площадке, вплотную примыкающей к зданию Министерства энергетики и электрификации в Китайском (ныне Китайгородском) проезде. Это было требование лично министра энергетики П. С. Непорожного, который видел создающееся ЦДУ своим важнейшим инструментом контроля производственной деятельности Главных управлений министерства. В соответствии с проектом здания, кабинет начальника ЦДУ ЕЭС и зал селекторных совещаний находились всего в 25 м от кабинета министра.

Вся организация строительства здания легла на отдел капитального строительства, на должность начальника которого был приглашён Макар Витальевич Сверчков, впоследствии заместитель начальника ЦДУ ЕЭС.

Строительство нового здания шло трудно, так как фактически никаких типовых решений для ЦДУ не было и не могло быть. Уникальный диспетчерский зал, помещения для вычислительной техники, средств связи и телемеханики, пронизывающие всё здание силовые кабели и кабели связи – всё требовало особого внимания, как в ходе строительства, так и при монтаже и наладке.

Поскольку создание автоматизированной системы диспетчерского управления началось фактически с нуля, и в работе над ней принимало участие много научно-исследовательских, проектных институтов и предприятий, то для лучшей координации их действий в ЦДУ ЕЭС, в дополнение к существовавшей с 1969 г. службе АСДУ, были созданы более узкоспециализированные службы: отраслевой автоматизированной системы управления (ОАСУ), информационного обеспечения (ИО), разработки средств оперативного управления (РСОУ), математического обеспечения (МО) и вычислительной техники оперативного управления – ВТОУ. Ответственным за деятельность этих служб, обеспечивавших внедрение систем автома-

тизированной диспетчерского управления, стал В. А. Семенов, ставший заместителем главного инженера ЦДУ ЕЭС.

Пока велось строительство нового диспетчерского щита, продолжалось совершенствование средств вычислительной техники, обеспечивающих функционирование старого диспетчерского центра на Раушской набережной. В 1971 – 1972 гг. там была введена в строй ЭВМ М-222, поскольку БЭСМ-4 уже не обеспечивала всей потребности в машинном времени. Затем на базе двух ЭВМ 1010В фирмы “Видеотон”, установленных в аппаратной связи, начал формироваться оперативно-информационный комплекс (ОИК), остающийся по сей день основным вычислительным комплексом оперативно-диспетчерского управления. За это время он пережил несколько модификаций и модернизаций, и сейчас диспетчеры используют для управления энергосистемой ОИК образца 2007 г.

Эксплуатация обеих ЭВМ была налажена с высокой степенью надёжности. Персонал работал творчески – вносилось много усовершенствований, рационализаторских предложений. Проводились работы по внедрению новых устройств: речевого ввода, графопостроителя, дисплеев. Совместно с научно-исследовательскими институтами ве-



Диспетчерский щит в старом здании ЦДУ на Раушской набережной, 1972 г.

лись разработки специального математического обеспечения – расчёт автоматической частотной разгрузки, вывод результатов расчётов установившегося режима на печать в виде реальной схемы сети с нанесёнными потоками и напряжением в узлах и др. Осваивались языки программирования высокого уровня – АЛГОЛ, Фортран, ПЛ и др. Большое внимание уделялось усовершенствованию системного математического обеспечения.

Огромное значение в системе оперативно-диспетчерского управления имеет обеспеченность диспетчерских центров надёжными средствами связи и телекоммуникации. Начальником службы телемеханики и связи был назначен Петр Николаевич Соловьёв, опытный специалист из Мосэнерго. Служба принялась за организацию и внедрение средств телемеханики и связи строящегося диспетчерского центра, а также продолжала обеспечивать эксплуатацию и совершенствование средств телемеханики и связи в здании на Раушской набережной – до момента переезда диспетчеров ЦДУ ЕЭС на новый диспетчерский щит.

Для технического обеспечения работы ЦДУ ЕЭС СССР началось строительство сетей внутриведомственной связи. Основой сети стали три кабельных магистрали, охватывающие северо-запад, юг и восток страны. Северо-западная связала Смоленскую, Ленинградскую, Тверскую и Московскую области, а также Белоруссию и Прибалтику. Южный кабель, проходя через Воронежскую область, соединил Москву и Украину. Самая большая по протяжённости – восточная магистраль – протянулась до Владивостока. Для реализации этого проекта было проложено более 25 тыс. км кабельных линий.

В 1975 г. началось постепенное заселение здания. Производственные службы на Раушской набережной должны были переезжать в последнюю очередь – к моменту пуска нового диспетчерского щита. Диспетчерский щит в новом здании ЦДУ был введён в октябре 1976 г. Он был оснащён комплексом средств отображения оперативной инфор-



Макар Витальевич Сверчков (1933 – 2014)

Начальник отдела капитального строительства ЦДУ ЕЭС СССР в 1971 – 1973 гг., заместитель начальника (впоследствии генерального директора) по общим вопросам и капитальному строительству ЦДУ ЕЭС СССР в 1973 – 1993 гг.

Родился в 1933 г. в Вологодской области. Окончил вечернее отделение факультета “Промышлен-

ное и гражданское строительство” Института инженеров железнодорожного транспорта в 1958 г. С 1953 г. работал на ГЭС №1 – Московской государственной электрической станции. Начав работу кочегаром котельного цеха, он через четыре года стал бригадиром ремонтно-строительного цеха. В 1958 г. Макар Витальевич назначен инженером отдела капитального строительства ТЭЦ-12, а затем – заместителем начальника этого отдела. В 1966 г. перешёл на работу в Минэнерго СССР, где в 1967 г. возглавил отдел капитального строительства. В 1971 г. поступил на работу в ЦДУ ЕЭС СССР на должность начальника отдела капитального строительства, с 1973 по 1993 г. занимал должность заместителя начальника (впоследствии генерального директора) по общим вопросам и капитальному строительству ЦДУ ЕЭС СССР. С 1993 по 2004 г. был заместителем генерального директора ЦДУ ЕЭС России, а с 2004 г. исполнял обязанности генерального директора ЦДУ ЕЭС России. Вышел на пенсию в 2005 г., но продолжал возглавлять Совет ветеранов ЦДУ и ОАО “СО ЕЭС” вплоть до кончины в декабре 2014 г. Награждён орденом “Знак Почёта” и отмечен рядом отраслевых наград: “Почётный энергетик”, “Заслуженный энергетик РСФСР”, “Заслуженный работник ЕЭС России”, “Заслуженный работник Минтопэнерго РФ” и др.



Диспетчерский щит ЦДУ ЭЭС СССР в новом здании на Китайском (сейчас – Китайгородском) проезде, 1976 г.

мации в виде цифровых приборов, информационного табло, цветных и чёрно-белых дисплеев, системой сбора оперативно-диспетчерской и технологической информации и многомашинным комплексом на базе ЭВМ третьего поколения.

Комплекс состоял из двух малых ЭВМ “Видеотон” 1010Б и двух универсальных ЭВМ М-4030. Они обеспечивали приём, обработку телеинформации и управление средствами отображения, ведение суточной диспетчерской ведомости, приём и обработку производственно-статистической информации, поступающей от ОДУ и энергосистем Центра с помощью аппаратуры передачи данных, а также решение задач планирования режимов. Управление диспетчерским щитом осуществлялось с помощью специализированной управляющей машины ТА-100, а при её повреждении – от ЭВМ “Видеотон” 1010Б. Малые ЭВМ работали в режиме автоматического резервирования и, кроме задач приёма, обработки и отображения, обеспечивали автоматическую передачу телеинформации и данных суточной ведомости в одну из универсальных ЭВМ.

На мозаичном щите ЦДУ установили первые цифровые приборы группового наблюдения, изготовленные на небольшом отраслевом предприятии ЦЛЭМ в составе Тулаэнерго и Киевским опытным заводом треста Союзэнергоавтоматика. До этого, на старом щите на Раушской набережной, диспетчеры получали информацию о параметрах режима ЭЭС только с индивидуальных приборов, установленных перед диспетчером на пульте управления.

В диспетчерском пункте на Раушской осталось в дежурном режиме работать всего несколько человек. Старый щит отключили не сразу. Первое время он оставался в “горячем резерве”.

Развитие ОДУ. С переходом ОДУ в подчинение ЦДУ начался процесс ускоренного преобразования малочисленных и технически слабо оснащённых местных диспетчерских центров в современные мощные подразделения всесоюзной системы. Работы по реформированию ОДУ решили провести по схеме формирования центрального



Коллективное фото руководителей ЦДУ ЭЭС СССР (слева направо): Г. А. Черня, К. С. Сторожук, В. Т. Калита, С. А. Совалов, М. А. Беркович

аппарата ЦДУ. Для каждого объединённого диспетчерского управления было решено построить новое здание, оснастить его современной техникой, а коллектив пополнить лучшими специалистами.

М. В. Сверчков, начальник отдела капитального строительства, а затем заместитель начальника ЦДУ ЭЭС, так вспоминает этот период: “ОДУ на местах тогда представляли собой слабо оснащённые в техническом отношении организации, размещённые на малопригодных для этих целей площадях. ОДУ Северо-Запада в г. Риге размещалось в двух квартирах старого дома на четвёртом этаже. ОДУ Средней Волги в г. Куйбышеве размещалось в подсобных помещениях здания местного отделения института “Энергосетьпроект”. ОДУ Востока в г. Хабаровске – в разных нежилых помещениях РЭУ “Хабаровскэнерго”. Не лучшие обстояли дела и с остальными”.

Чтобы решить вопрос о строительстве зданий и оснастить их современной техникой, был подготовлен приказ министра энергетики и электрификации СССР от 25 октября 1971 г. № 276, который определил проблему и пути решения не только строительства этих зданий, но и создания отраслевой автоматизированной системы управления.

Чтобы обойти существовавшие в те времена бюрократические запреты на строительство административных зданий, строящиеся здания ОДУ фигурировали во всех документах как “Зональные управляющие вычислительные центры”.

Новые здания ОДУ размещались в республиканских и областных столицах, что предъявляло высокие требования к их внешнему облику. Все здания строились по индивидуальным проектам и каждое из них стало настоящим украшением города, в котором находилось.

Первым было решено строить здание ОДУ Северо-Запада в Риге. Строительство велось ударными темпами. Это был образцово-показательный объект и до сих пор это здание является памятником архитектуры города.

Развитие генерирующих объектов и межсистемных связей. Развитие энергетики в 1970-х годах шло бурными темпами, ежегодно вводилось до 10 тыс. МВт новых мощностей на тепловых,



Здание ОДУ Северо-Запада в Риге, 1976г.

атомных и гидроэлектростанциях. Промышленность освоила массовое производство энергоблоков 300, 500 и 800 МВт.

В 1970-х годах установленная мощность электростанций страны увеличилась на 52% и достигла 251 млн. кВт, однако темпы роста установленной мощности по сравнению с прошлым десятилетием начинают замедляться.

Основной прирост генерирующих мощностей на тепловых электростанциях страны в эти годы обеспечивали энергоблоки 200 и 300 МВт, а также высокоэкономичное оборудование ТЭЦ на 130 и 240 атм. На атомных электростанциях шло освоение блоков РБМК 1000 МВт (Ленинградская, Курская, Чернобыльская АЭС) и ВВЭР 400 МВт. Однако участие атомных электростанций в общей выработке электроэнергии к концу десятилетия составило пока всего около 4%.

Увеличилась относительная и абсолютная доля мазута в структуре органического топлива, используемого для выработки тепла и электроэнергии. Так, с 1970 по 1979 г. удельный вес мазута в используемом топливе увеличился с 24 до 33%, а абсолютный расход мазута в 1979 г. превысил 100 млн. т.

Выработка электроэнергии в стране за 10 лет возросла на 70% и составила в 1980 г. 1261,6 млрд. кВт·ч.

В 1970-е годы в СССР строились крупные гидроэлектростанции, такие как: Чиркейская ГЭС в Дагестане, Токтогульская ГЭС в Киргизии, Ингури ГЭС в Грузии, Нурекская ГЭС в Таджикистане. Строительство многих из них было связано с огромными капиталовложениями. В связи с трудоёмкостью работ, а также по ряду других причин сроки окончания строительства неоднократно переносились на более позднее время. В управлении гидроэнергетическими ресурсами страны огром-



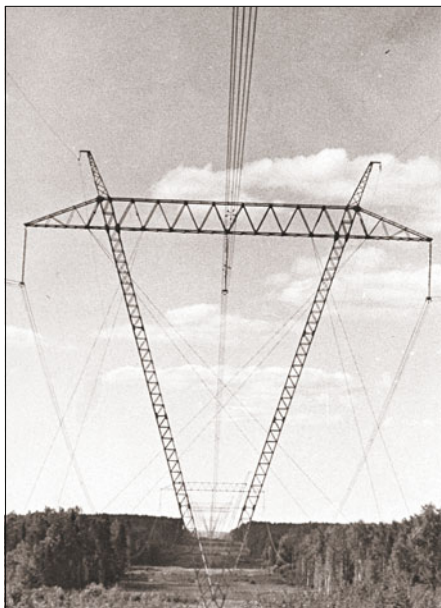
Строительство Чернобыльской АЭС

ную роль в этот период сыграла служба оптимизации гидроэнергетических режимов ЦДУ, которую возглавлял Владислав Александрович Степанов.

Это десятилетие стало также временем интенсивного строительства межсистемных линий электропередачи. Были введены в строй новые ВЛ напряжением 500 и 750 кВ: в 1974 г. – ВЛ 500 кВ Нововоронежская АЭС – Донбасс, обеспечившая устойчивую параллельную работу ОЭС Юга и Центра; в 1975 г. – построенная всего за один год уникальная ВЛ 750 кВ Конаково – Ленинград обеспечила расширение перетоков между ОЭС Центра и Северо-Запада; в 1978 г. с окончанием строительства линии электропередачи Луч – Чебоксарская ГЭС была окончательно сформирована третья цепь транзита 500 кВ Центр – Средняя Волга; в 1976 г. с вводом линии 500 кВ Сокол – Есиль – Целиноград осуществлено подсоединение ОЭС Казахстана к ЕЭС по сети 500 кВ; в 1978 г. окончание строительства линии 500 кВ Заря – Барнаул образовало транзит 500 кВ Урал – Казахстан – Сибирь, по которому Объединённая энергосистема Сибири включилась в параллельную работу с ЕЭС Советского Союза, после чего облик



Чиркейская ГЭС в Дагестане



ВЛ 750 кВ Конаково – Ленинград, 1978 г.

Единой энергетической системы СССР фактически был сформирован.

В процессе формирования ЕЭС усиливались существующие связи и расширялись возможности обмена мощностями между ОЭС, что было чрезвычайно актуально ввиду создававшихся в отдельных энергообъединениях разрывов между приростом потребления и вводом новых генерирующих мощностей.

К концу десятилетия с вводом в работу в 1979 г. ЛЭП 750 кВ Западноукраинская – Альбертирша и образованием транзита 750 кВ Донбасс – Днепр – Винница – Западноукраинская – Венгрия началась параллельная работа с энергосистемами стран Восточной Европы. А на востоке страны по двухцепной ВЛ 220 кВ на параллельную работу подключилась энергосистема Монголии.

Высокие темпы развития электроэнергетики и расширения границ Единой энергосистемы страны требовали централизованной координации всего процесса развития. В сложившейся ситуации закономерным решением стало расширение роли и функций службы перспективного развития ЦДУ ЕЭС. Она прогнозировала рост нагрузок потребления, определять оптимальное размещение и координировать строительство новых электростанций и межсистемных электрических связей.

Противоаварийная автоматика. Для наиболее эффективного использования пропускной способности межсистемных связей активно внедрялись комплексы противоаварийной автоматики, в создании и развитии которых непосредственное участие принимал персонал служб оптимизации электрических режимов (ОЭЛР) и службы релейной защиты и автоматики (РЗА) ЦДУ.

Проектирование и заказ оборудования для устройств противоаварийной автоматики, позволяю-

щих более полно использовать пропускную способность линий электропередачи, в то время производились только в привязке к отдельной строящейся линии. Поэтому специалисты службы ОЭЛР в тесном взаимодействии с коллегами из службы релейной защиты самостоятельно разрабатывали технические задания на установку устройств противоаварийной автоматики на уже существующих энергетических объектах. В обязанности службы РЗА входили разработка схем устройств противоаварийной автоматики и определение видов и типов аппаратуры, необходимой для внедрения на энергообъектах. Конечная реализация проектов осуществлялась уже на подстанциях и электростанциях силами и ресурсами местного релейного персонала, под руководством и контролем кураторов службы релейной защиты и автоматики ЦДУ ЕЭС.

В 1970-е годы были введены в эксплуатацию комплексы противоаварийной автоматики на электропередачах Куйбышев – Москва, Волгоград – Москва, Северо-Запад – Центр, Центр – Юг, Братск – Иркутск, Братск – Красноярск – Кузбасс, колец 500 кВ в ОЭС Урала и Средней Волги, а также энергоузлов Конаковской, Костромской ГРЭС и др. К окончанию 1979 г. к исполнительным цепям противоаварийной автоматики было подключено 280 турбогенераторов на 49 АЭС, ТЭС и ТЭЦ, 179 гидрогенераторов на 19 ГЭС и около 15 500 МВт мощности потребителей.

Автоматизация управления режимом. Расчёты электрических режимов и токов короткого замыкания производились в 1970-е годы уже на более высоком качественном уровне, с использованием ЭВМ. Однако непрерывное расширение электрической сети, вводы новых генерирующих мощностей приводили к увеличению объёмов расчётов и времени. Возросшая нагрузка ложилась на плечи сотрудников служб электрических режимов и релейной защиты.

В ОДУ и ЦДУ ЕЭС активно шло внедрение вычислительной техники. Сначала это были ЭВМ второго поколения БЭСМ-4 и М-222, на которых диспетчерская служба производила расчёты оптимизации распределения нагрузок электростанций для суточного графика, служба РЗА производила расчёты токов короткого замыкания для выбора уставок устройств релейной защиты основной электрической сети ЕЭС. Для службы оптимизации электрических режимов были внедрены программы расчётов установившихся режимов и динамической устойчивости, расчёта уставок автоматической частотной разгрузки и частотного автоматического повторного включения. Служба оптимизации энергетических режимов использовала ЭВМ для учёта выработки электроэнергии и межсистемных перетоков, прогнозирования нагрузок потребления. Создание системы автоматизированного диспетчерского управления (АСДУ) на базе

многомашинных комплексов, управляющих и универсальных ЭВМ коренным образом изменило работу диспетчерского персонала, дав ему в руки качественно новый инструмент управления динамично развивающейся ЕЭС СССР.

В условиях энергодефицита. К концу десятилетия система единого диспетчерского управления охватывала всю территорию СССР, за исключением работающих автономно ОЭС Востока и Средней Азии. В европейской части страны была сформирована сеть линий электропередач 500 и 750 кВ, на тепловых электростанциях началось строительство и освоение энергоблоков мощностью 500 и 800 МВт, постепенно увеличивалась доля выработки электроэнергии атомными электростанциями. Однако, несмотря на такие внешне благоприятные условия, фактически положение в ЕЭС СССР во второй половине 70-х годов прошлого столетия постепенно стало ухудшаться: нарастал дефицит мощности.

Из-за высоких темпов строительства всё чаще в эксплуатацию принимались объекты со значительными строительными недоделками, в результате новое оборудование участвовало в выработке электроэнергии в ограниченном объёме. Большое количество мазута, используемого в те годы для производства электроэнергии и тепла, ставило надёжность поставок в зависимость от наличия цистерн у железнодорожников или у нефтеперерабатывающих заводов, а также состояния путевого хозяйства железной дороги. При недостатке мазута во избежание полного останова ТЭС производилось вынужденное маневрирование со значительной разгрузкой энергоблоков, что ещё больше усугубляло дефицит мощности в ЕЭС. При этом, если в одних ОЭС (Центра, Средней Волги, Урала, Северного Казахстана) дефицит только возрастал, то в некоторых других ОЭС (Северо-Запада, Юга) образовался избыток мощности, выдать которую в соседние ОЭС было невозможно из-за ограниченной пропускной способности межсистемных связей.

Ещё одной проблемой была неопределённость с обеспеченностью гидроэнергоресурсами. Катастрофически низкая водность Волжско-Камского каскада в 1975 г., маловодность Ангары и Байкала в конце 1970-х начале 1980-х годов вызвали напряжённость с ведением режимов и ввод ограничений, а порой и более серьёзные последствия.

Наличие непокрываемого дефицита мощности заставляло диспетчеров ЦДУ и ОДУ планировать режимы ЕЭС с полной загрузкой всего генерирующего оборудования электростанций в дефицитных зонах и максимального использования пропускной способности межсистемных линий электропередачи.

Специалисты ЦДУ прикладывали максимум усилий для обеспечения надёжности энергоснабжения потребителей. Служба оптимизации теплоэнергетических режимов активно участвовала в планировании балансов электрической энергии и

мощности и планировании ремонтов оборудования станций, чтобы обеспечить необходимую загрузку имеющегося оборудования. Служба оптимизации гидроэнергетических режимов планировала режимы работы ГЭС исходя из максимально возможного использования гидроресурсов с учётом имеющихся ограничений, накладываемых другими пользователями. Складывающиеся балансы заставляли диспетчерские службы ЦДУ и ОДУ планировать суточные графики с максимальным использованием мощности электростанций ОЭС Северо-Запада и Юга и пропускной способности транзита Центр – Средняя Волга – Урал – Казахстан, с вводом ограничений потребителей в дефицитных ОЭС. Низкая эффективность плановых ограничений заставляла диспетчеров ЦДУ и ОДУ прибегать к принудительному отключению потребителей, что, впрочем, зачастую не давало того эффекта, на который рассчитывали.

Показатели качества отпускаемой потребителям электроэнергии постепенно ухудшались. Если в течение 1970 – 1975 гг. ЕЭС работала с частотой $50 \pm 0,1$ Гц от 75 до 92% времени, а снижение частоты в ЕЭС ниже 49,5 Гц было аварийным чрезвычайным событием, то начиная с 1976 г. частота ниже 49,8 Гц становится едва ли не нормой. Зачастую удержать целостность ЕЭС диспетчеру помогали лишь отключавшие потребляемую мощность устройства противоаварийной автоматики – САОН и АЧР.

Диспетчерская служба ЦДУ работала в крайне напряжённом режиме. Её рабочий день зачастую начинался с того, что заместитель министра энергетики Советского Союза приходил на шит, садился вместе с диспетчерами и встречал утренний максимум нагрузки, а затем приходил вечером и встречал максимум вечерний. Но чудес не бывает – несмотря на все усилия, частота в ЕЭС снижалась. Возникали режимы, грозящие перейти в аварийные, и диспетчеры ЦДУ были вынуждены давать команды на отключения потребителей.

Для руководства региональных энергосистем основной заботой были собственные потребители, о чем постоянно напоминали местные партийные и советские органы власти. Поэтому на местах распоряжения диспетчеров ЦДУ зачастую блокировались в угоду интересам хозяйствующих субъектов того или иного региона. На то, что невыполнение распоряжений диспетчеров ЦДУ может привести к всесоюзной межсистемной аварии, просто закрывали глаза, надеясь, что диспетчеры “как-нибудь выкрутятся”. Чтобы преодолеть сопротивление приходилось оказывать воздействие сразу по нескольким каналам – диспетчеры давали распоряжения диспетчерам, руководители давили на руководителей. Но мощностей всё равно не хватало. Чтобы хоть как-то исправить ситуацию приходилось загружать сети по максимуму пропускной способности. Отдельные электропередачи, та-

кие как Северо-Запад – Центр, Юг – Центр практически круглые сутки работали с максимально допустимыми перетоками, обеспеченными только противоаварийной автоматикой – на грани риска.

Показательная авария. В таких условиях отказ автоматики мог иметь далеко идущие последствия, что и случилось 31 мая 1979 г. Стояла жаркая погода, нагретые солнцем провода провисли, а подросшие деревья под ЛЭП 330 кВ Курская АЭС – Железногорск с перетоком мощности порядка 700 МВт по недосмотру бригады сетевиков оказались не вырубленными. Возникло короткое замыкание на крону. Противоаварийная автоматика при отключении линии 330 кВ и набросе активной мощности на связи Юг – Центр отработала не полностью, что привело к нарушению устойчивости и разделению ЕЭС на несколько изолированных частей. Отделились ОЭС Северо-Запада, разделившаяся в свою очередь на три части, ОЭС Украины с отделившейся от неё ОЭС стран СЭВ, ОЭС Казахстана и Сибири, полностью погасла Смоленская энергосистема, а в оставшихся на параллельной работе ОЭС Центра, Средней Волги и Урала частота стала ниже 49 Гц. В результате автоматика предотвращения снижения частоты отключила потребителей общим объёмом порядка 5 тыс. МВт.

Как показало расследование, диспетчеры ЦДУ и ОДУ в создавшейся аварийной ситуации действовали правильно. Быстро мобилизовав все необходимые ресурсы, они в кратчайшие сроки синхронизировали части системы и смогли подключить отключённых потребителей. Но после “разбора полётов” виноватыми в аварии было признано именно Центральное диспетчерское управление, которое обвинили в том, что если одно короткое замыкание смогло “положить” всю систему, то это результат неправильно рассчитанных режимов.

Каждый случай перехода на вынужденный режим оформлялся документально – составлялась бумага за подписью заместителя министра энергетики, в которой говорилось, что в сложившихся условиях, с целью сокращения объёма ограничения потребителей тот или иной участок переводится на “вынужденный режим работы”. Когда шло разбирательство, руководство ЦДУ, пытаясь оправдаться, предъявило комиссии бумаги за подписью заместителя министра, но это не помогло. Последовал вполне резонный ответ: подавая бумагу на подпись руководству министерства, диспетчеры не приложили к ней перечень всех возможных угроз принятия такого решения, т.е. не предупредили о возможных последствиях.

Впрочем, причина столь масштабного развития аварии была ясна всем. В условиях дефицита электрической энергии и мощности диспетчерские центры ЕЭС старались использовать пропускные способности электропередач по максимуму,

допуская длительные периоды работы межсистемных связей ЕЭС в вынужденном режиме. 31 мая 1979 г. было получено наглядное доказательство тому, что работа в вынужденном режиме чревата весьма тяжёлыми последствиями и допускать её можно лишь в исключительных случаях. Кроме того, ещё раз было подтверждено, что всю ответственность за надёжную работу ЕЭС несут именно диспетчера ЦДУ и ОДУ.

Первые шаги ОДУ Центра. Незадолго до этой системной аварии – в 1978 г. – руководство министерства приняло решение о замене начальника ЦДУ К. С. Сторожука. Возможно, причиной увольнения стали его личные качества и аппаратные игры, поскольку влияние Константина Сергеевича в отрасли росло. Он легко мог указать любому из равных ему по статусу руководителей главков на недостатки и потребовать их исправления. В итоге, после очередного рассмотрения проблемы энергодефицита в высших эшелонах власти, “неудобный” руководитель ЦДУ стал первой жертвой сложившейся ситуации.

Новым начальником ЦДУ стал перешедший с должности заместителя министра энергетики Анатолий Иванович Максимов. Этот опытный специалист прошёл школу в одной из крупнейших и старейших энергосистем страны – Донбассэнерго. Талантливый управленец, он сразу определил, что в сложившихся условиях ежедневного ввода ограничений и отключений для диспетчеров ЦДУ совмещение функций по управлению ЕЭС через диспетчеров восьми ОДУ и функций по управлению ОЭС Центра через диспетчеров более двадцати энергосистем является трудноразрешимой зада-



Анатолий Иванович Максимов (1921 – 1995)

Начальник ЦДУ ЕЭС СССР в 1979 – 1982 гг.

В 1944 г. окончил Московский энергетический институт по специальности инженер-теплотехник. Участник Великой Отечественной войны. Начал производственную деятельность в 1944 г. на Зуевской ГРЭС, затем с 1951 г. работал главным инженером Штеровской, Славянской ГРЭС и заместителем

управляющего Донбассэнерго Минэнерго Украинской ССР. С 1965 г. работал в аппарате Минэнерго СССР главным инженером – заместителем начальника Главтехстройпроекта, затем с 1966 г. – заместителем министра энергетики и электрификации СССР и членом коллегии министерства (1966 – 1978). В период работы начальником ЦДУ ЕЭС СССР в 1979 – 1982 гг. являлся представителем СССР в межгосударственной организации – Совете ЦДУ ОЭС стран членов СЭВ. Избирался депутатом Горловского городского Совета депутатов трудящихся, с 1967 г. работал заместителем председателя Центрального правления советско-корейской дружбы. Почётный энергетик СССР. Ветеран энергетики. Награжден орденами Октябрьской Революции, дважды Трудового Красного Знамени, “Знак Почета”, Отечественной войны 2-й степени и девятью медалями СССР.

чей. По его инициативе было принято решение о создании в рамках ЦДУ ЕЭС оперативной группы по управлению энергосистемами ОЭС Центра, из которой впоследствии выросло ОДУ Центра.

Материальной базой для оперативной группы стал старый диспетчерский пункт ЦДУ ЕЭС на Раушской набережной, диспетчерский щит которого после некоторого переоборудования был готов к эксплуатации. Оперативную группу по управлению ОЭС Центра вначале возглавил заместитель начальника диспетчерской службы ЦДУ Борис Иванович Диалектов. Первоначально перед груп-

пой, в управлении которой находилась только одна линия 500 кВ Конаково – Череповец, стояла задача максимально разгрузить диспетчера ЦДУ при взаимодействии с диспетчерами энергосистем ОЭС Центра. Со временем число энергообъектов в диспетчерском управлении и ведении диспетчера оперативной группы росло, увеличивалось и количество специалистов технологических служб, что позволило в дальнейшем без каких-либо затруднений преобразовать группу в полноценное ОДУ Центра.

Продолжение в следующем номере



**ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"ВСЕРОССИЙСКИЙ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИЙ НАУЧНО-
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ" (ОАО "ВТИ")**

**Всероссийским теплотехническим научно-исследовательским институтом
подготовлен обзор**

**"ОЦЕНКА СТОИМОСТИ СТРОИТЕЛЬСТВА И ЭКСПЛУАТАЦИИ
ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ ГАЗОТУРБИНОЙ ТЕХНОЛОГИИ"**

*(С.А. Ашиняну, под редакцией Г.Г. Ольховского)
(2-е изд., перераб. и доп.)*

В обзоре, составленном на основе зарубежных публикаций, подробно рассматриваются классификация и распределение статей капитальных затрат при строительстве ТЭС с ГТУ и ПГУ, сроки строительства и распределение финансовых ресурсов при эксплуатации ПГУ.

Рассмотрено влияние ряда факторов на отклонение статей удельных капитальных затрат, планируемой к строительству, ПГУ с данными построенного объекта-аналога.

Приводимый в обзоре ряд статей по капитальным вложениям при строительстве электростанций газотурбинной технологии базируется на системе учета, принятой в США (EPR1 и NETL), а также на рекомендациях IEA и WEC.

Уделено внимание финансовым вопросам реализации технологии внутрицикловой газификации угля (ПГУ ГФ) для производства электроэнергии: приведено распределение статей затрат при строительстве электростанции такого типа, а также сравнение эксплуатационных и финансовых показателей пылеугольной ТЭС и ПГУ ГФ в зависимости от степени улавливания CO₂.

К обзору приложен перечень удельных капитальных затрат на строительство ТЭС с ГТУ и ПГУ в зарубежных странах, России и СНГ.

Стоимость обзора 38 500 рублей.

По вопросу приобретения обзора обращайтесь к Селивановой Татьяне Викторовне: 8(499)682-9252

РФ, 115280, г. Москва, Автозаводская ул., д. 14. ОАО «Всероссийский теплотехнический научно-исследовательский институт» (ОАО «ВТИ»).

E-mail: vti@vti.ru