

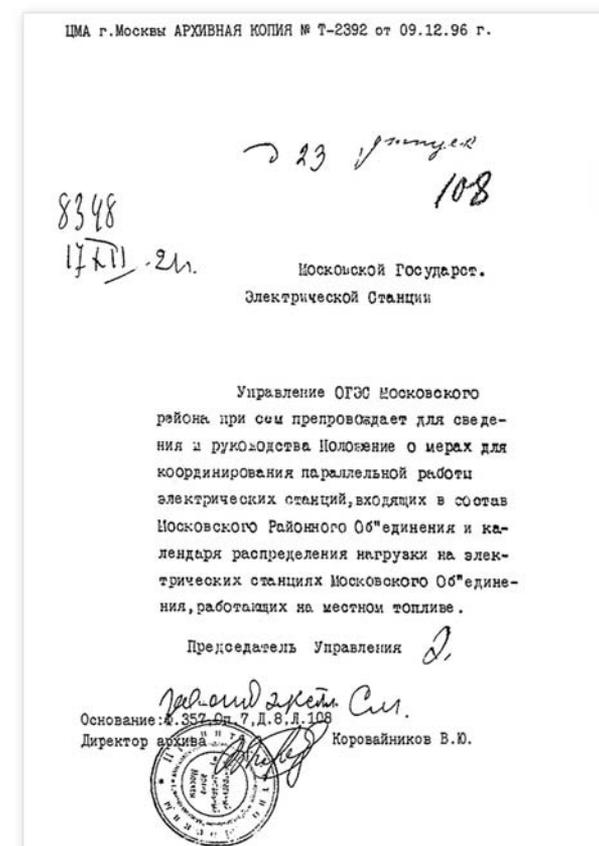


От авторов

В 2006 г. исполняется 85 лет со дня фактического основания диспетчерского управления. В 1921 г. были объединены на параллельную работу семь электростанций Москвы и области, а 17 декабря 1921 года Управлением объединенных государственных электростанций (ОГЭС) Московского района Главэлектро ВСНХ РСФСР были изданы учредительные документы, в которых определены структура и функции диспетчерского управления ОГЭС. Одновременно было выпущено «Положение о мерах координирования параллельной работы электрических станций, входящих в состав Московского районного объединения», в котором учреждались должности дежурных инженеров, устанавливались их обязанности по обеспечению параллельной работы электростанций, по экономичному распределению нагрузки между отдельными станциями и ликвидации аварий.

До пуска Шатурской ГРЭС режим электростанциям задавал технический отдел МОГЭС; оперативное управление возлагалось на дежурных инженеров, следивших за частотой, выполнением графика нагрузки и руководивших ликвидацией аварий. Дежурство осуществляли ответственные работники 1-ой Московской городской электростанции: Главный инженер электростанции, заведующие цехами, начальник технического отдела и др.

К моменту ввода в эксплуатацию Шатурской ГРЭС возникла необходимость в организации постоянно



действующей службы со специально подготовленным персоналом. Поэтому в 1923 г. была организована (впервые в СССР) диспетчерская служба Московской энергосистемы. Для работы в ней были приглашены четыре молодых инженера: М.А. Гаврилов, В.С. Кашталев, А.М. Литвинов, С.А. Ульянов; первыми руководителями службы стали: Глав-ный диспетчер Б.А. Телешев и его заместитель

Это становится очевидным уже при рассмотрении первых вех на пути развития диспетчерского управления:

- Организация диспетчерских пунктов энергосистем в Москве (1923 г.), в Ленинграде (1926 г.) на Урале (1930 – 1932гг.).

- Ввод в эксплуатацию первых устройств автоматики: АВР (автоматическое включение резерва) – 1932 г.; АПВ (автоматическое повторное включение) – 1934 г.; АРВ (автоматическое регулирование возбуждения) и АРЧМ (автоматическое регулирование частоты и мощности); АЧР (автоматическая частотная разгрузка) – 1939 г.;

- Организация диспетчерских пунктов объединенных энергосистем (ОДУ) Юга (1940 г., реконструирован в 1944 г.), Урала (1942 г.), Центра (1945 г.);

- Освоение систем телеуправления (1950 г.);

- Совершенствование противоаварийного управления (50-е гг.): широкое распространение быстродействующих высокочастотных защит линий электропередачи;

- Образование Единой энергетической системы европейской части СССР (1956 г.)

- Преобразование ОДУ Центра в ОДУ ЕЭС Европейской части СССР (1957 г.);

- Создание единой системы противоаварийного управления;

- Создание Центрального диспетчерского управления ЕЭС СССР (1969 г.);

- Создание Автоматизированных систем диспетчерского управления (АСДУ) ОЭС и ЕЭС на базе современных систем сбора, обработки и отображения информации. Совершенствование системы противоаварийного управления на базе ЭВМ и микропроцессорных средств сбора информации;



Диспетчерский пункт ОДУ ЕЭС европейской части СССР

- Создание и развитие единой сети связи, телемеханики и передачи данных.

Выход ЕЭС за пределы европейской части страны в 1969 г. привел к необходимости создания Центрального диспетчерского управления (ЦДУ) ЕЭС СССР. Так была окончательно сформирована централизованная иерархическая структура диспетчерского управления, обеспечившая высокий уровень надежности ЕЭС СССР, а впоследствии ЕЭС России.

Совершенство методов оперативного управления, своевременные, правиль-



Московская городская электростанция
«Раушская» МГЭС–1, 1910 г.

ные и дальновидные решения по централизованному регулированию работы энергосистемы, принимаемые высокоответственной и высокоотчетливой системой диспетчерского управления, обеспечивают бесперебойность и высокие качественные показатели энергообеспечения, а самое главное – надежность работы ЕЭС России.

Органами диспетчерского управления всегда уделялось большое внимание вопросам экономики и, прежде всего, рациональному распределению нагрузки между ТЭС и ГЭС. Применением новейших научных методов оптимизации

работы ЕЭС в целом и региональных ОЭС соответствующие службы занимались с привлечением крупнейших институтов – ВНИИЭ, НИИПТ, ЭНИН и др. При решении вопросов по поводу спорных режимов ГЭС и их каскадов Минэнерго через ОДУ и ЦДУ входило в контакт с внешними смежными и вышестоящими органами и, таким образом, вырабатывались необходимые оптимальные решения народно-хозяйственного значения. Эта традиционная функция обрела свое новое развитие в формировании, развитии и технологическом обеспечении работы рынка электроэнергии, который, по мнению ведущих экспертов, является одним из наиболее современных в мире.

Важной исторической вехой стала Мировая энергетическая конференция (МИРЭК), которая прошла в августе 1968 г. в Москве под председательством П.С.Непорожнего. На секции по энергетическим системам большое внимание было уделено созданию крупных энергообъединений и обеспечению надежности их работы. От Советского Союза вопросы надежности ОЭС освещались в выступлениях представителей диспетчерского управления В.А. Веникова, С.С. Рокотьяна и др.

С.А. Савалов сделал сообщение об основных условиях обеспечения надежной работы мощных энергообъединений и опыте создания ЕЭС. Было отмечено, что особое внимание проблемы надежности приобрели после «аварии века», произошедшей в 1965 г. в США. Некоторые специалисты США подчеркивали опасность увеличения масштабов каскадных аварий с ростом мощности энерго-

бъединений. Однако С.А. Совалов утверждал, что «объединение энергосистем создает потенциальные возможности повышения надежности электроснабжения, и для их реализации необходимо создание эффективно действующей централизованной системы диспетчерского управления и широкое внедрение средств противоаварийной автоматики».

Позже на советско-американских семинарах реакция энергетиков США на наши сообщения о противоаварийной автоматике была благоприятной, они отмечали, что в этом вопросе им есть чему у нас поучиться. Время подтвердило правильность технической политики, направленной на развитие ЕЭС и повышение ее живучести и надежности.

Единая энергосистема была и остается главным гарантом энергетической безопасности России и стран СНГ. Для этого есть все основания: уникальное географическое положение нашей страны, крупные преобразования, проведенные в электроэнергетике России, устойчивая работа отрасли, сохранение целостности и управляемости ЕЭС, наличие развитых межгосударственных электрических связей.

Эта книга о том, как создавалось и работает ЦДУ ЕЭС – высшая иерархическая ступень системы оперативно-диспетчерского управления Единой энергетической системы России. ЕЭС России росла и развивалась вместе со страной, трудная судьба которой была и судьбой тех, кто самоотверженно отдавал все силы на благо Родины. В этой книге названы имена тех, кто творил Историю Большой энергетики нашей Родины от ее зарождения до наших дней. Конечно, это

малая часть упомянутой выше Истории, увиденная глазами тех, кто еще держится под неумолимым огнем времени.

Подготовка, компоновка и редактирование сборника выполнены

В.В. Овчинниковым совместно с авторами под общей редакцией д.т.н., члена-корреспондента РАН А.Ф. Дьякова. Научное и литературное редактирование осуществлено к.т.н. В.Л. Гвоздецким и Н.Н. Михайловой.

Значительная заслуга в издании этого сборника принадлежит Владимиру Васильевичу Овчинникову, который, несмотря на тяжелую болезнь до последней минуты вкладывал все свои жизненные силы в подготовку и редактирование материалов. К сожалению, Владимир Васильевич не дожил нескольких месяцев до выхода этой книги...

Авторы выражают глубокую признательность Председателю Правления ОАО «Системный оператор – Центральное диспетчерское управление ЕЭС» Борису Ильичу Аюеву за постоянное внимание и поддержку авторского коллектива при подготовке и выпуске этой книги.

Коллектив авторов выражает сердечную признательность Г.Д. Нестерову, В.Л. Лянзбергу, Н.Н. Елисеевой, А.Т. Майорову, И.В. Дроздовой, М.В. Маличу, А.П. Якимову, В.В. Калите, О.Н. Воронцовой, Т.С. Пушкарской, Т.И. Высоцкой, Т.Б. Блаженновой, Р.Б. Усмановой, Е.Ю. Кручиной, Н.С. Морозову, Н.Н. Михайловой и многим, многим коллегам, друзьям и товарищам за неоценимую помощь, душевный порыв и горячее участие в подборе и оформлении материалов.



Л. А. Дав
№ 3310 1921
1 кв. Гаулицкое набережная
т. № 28 5-12-00 Холмострой
и 2-38-09 Ледострой

...уклоненн...
...неженно кавецей р...
...генерал...
...каждая станция должна
...от нее меры к тому
...программу ваданья.

Основание
Директор архива

№ 357

Председатель
Москва



С.А. Совалов

История создания и развития Единой энергетической системы

В начале 20-х годов в СССР были сформированы первые энергосистемы – Московская и Ленинградская. Это потребовало организации централизованного оперативного управления электрическими станциями и сетями и привело к созданию центральных диспетчерских подразделений.

Проблемы планирования и ведения режимов, такие как: выбор нормальных и ремонтных схем электростанций и сетей;

обеспечение устойчивости параллельной работы электростанций; поддержание номинальной частоты; экономическое распределение активных мощностей при рациональном использовании энергоресурсов; регулирование напряжения и распределения реактивных мощностей и т.д., возникли уже на начальном этапе формирования энергосистем. Дальнейшее их развитие – увеличение количества параллельно работающих электростанций и усложнение схемы электрических сетей обусловило необходимость организации системы централизованного оперативного управления, основанной на отделении диспетчерских функций от общехозяйственных и строгом подчинении диспетчеру энергосистемы оперативного персонала электростанций и сетей. Первая в стране диспетчерская служба была создана в 1926 г. в Московской энергосистеме, в конце того же года она возникла в Ленинградской, а в 1930 г. – в Донбасской энергосистеме. На Урале первые диспетчерские пункты были созданы в 1930 г. в Свердловском, Челябинском и Пермском районах. Централизация диспетчерского управления началась с 1932 г., когда вошел в строй Центральный диспетчерский пункт (ЦДП) энергосистемы.

Методы диспетчерского управления разрабатывались одновременно с формированием первых энергосистем. Создавались положения о правах и обязанностях оперативного персонала, диспетчерские инструкции, указания по эксплуатации средств оперативного управления; внедрялась типовая оперативная документация; совершенствовались методы обучения оперативного персонала. Большое внимание уделялось

анализу причин нарушения параллельной работы электростанций, разрабатывались меры предупреждения и ликвидации аварий.

Работы по планированию, оперативному регулированию и анализу режимов быстро развивались на основе приобретенного опыта диспетчерского управления и разработок советских и зарубежных специалистов. В 30-е годы были опубликованы оригинальные работы советских авторов по вопросам параллельной работы электростанций, централизованного управления энергосистемами, экономического распределения мощностей и т.д. В составе диспетчерских служб создавались группы режимов.

Большое внимание уделялось совершенствованию средств связи. Наряду с организацией прямой телефонной связи с энергообъектами стала применяться селекторная связь диспетчера ЦДП с непосредственно подчиненным оперативным персоналом. Для организации первых каналов высокочастотной (ВЧ) связи использовалось импортное оборудование. В энергосистемах стали появляться собственные воздушные и кабельные линии связи. Внедрялись первые простейшие системы телемеханики с использованием зарубежной и отечественной аппаратуры.

30-е годы характеризуются опережающим развитием энергетики как основы индустриализации страны. Так, при росте валовой продукции промышленности за 1931–1940 гг. в 4 раза производство электроэнергии увеличилось в 5,8 раза. В 1932 г. состоялся торжественный пуск Днепровской ГЭС им. В.И. Ленина с агрегатами единичной мощностью 62 МВт – в то время самыми крупными гидроагрегатами в мире.

Интенсивно шло сетевое строительство. Сети 110 кВ охватили большую часть районов Центра, Донбасса и Урала; происходило объединение сетей 110 кВ ряда энергоузлов и энергосистем. В 1933 г. были соединены сети 110 кВ Горьковской и Ивановской энергосистем, сети Донбасса и Шахтинского района Азово-Черноморской (Ростовской) энергосистемы; в 1935 г. было осуществлено соединение сетей 110 кВ Московской и Горьковской энергосистем.

Рост мощности электростанций, укрупнение узлов нагрузки и развитие энергосистем потребовали сооружения линий электропередачи напряжением выше 110 кВ. В 1932 г. вошла в эксплуатацию первая линия 154 кВ (это напряжение в дальнейшем имело ограниченное применение). В 1933 г. была сооружена первая линия 220 кВ Нижне-Свирская ГЭС — Ленинград. Строительство линий 220 кВ быстро развивалось; они стали приобретать характер основных коммутационных (системообразующих) сетей мощных энергосистем.

Быстрыми темпами росли мощности ТЭС: в 1933 г. мощность Горьковской ГРЭС достигла 204 МВт, в 1935 г. мощность Зуевской ГРЭС — 250 МВт, в 1940 г. в стране уже работали две ТЭС (Новомосковская и Зуевская) мощностью по 350 МВт.

Советская промышленность осваивала выпуск все более мощного и экономичного оборудования. В 1931 г. впервые были изготовлены турбогенератор 50 МВт и трансформатор 110 кВ, 15 МВА. В том же году в Ленинграде был проложен первый отечественный маслонаполненный кабель 110 кВ. В 1933 г. был введен в эксплуатацию

прямоточный котел Рамзина производительностью 160/200 т/ч с промежуточным перегревом пара на параметры 14 МПа, 5000С. В 1937 г. была изготовлена трансформаторная группа 220 кВ, 3 x 40 МВА. В 1938 г. был освоен выпуск турбогенераторов мощностью 100 МВт, а в 1939 г. два таких агрегата введены в эксплуатацию.

Основным оборудованием, вводимым в эксплуатацию на ТЭС, стали агрегаты с параметрами пара 3—3,5 МПа, 400—425°С; осваивалось оборудование высокого давления. Типовым агрегатом, который вводился в строй в конце 30-х годов, был агрегат мощностью 50 МВт.

К 15-летию (1935 г.) план ГОЭЛРО был значительно перевыполнен; вместо предусмотренных 30 электростанций было сооружено 40, из них 14 электростанций мощностью более 100 МВт. Установленная мощность всех электростанций страны в 1935 г. составила 6,9 млн. кВт, выработка электроэнергии достигла 26,8 млрд. кВт·ч. По производству электроэнергии Советский Союз занял второе место в Европе и третье в мире.

Особое развитие в 1931—1940 гг. получила теплофикация; в 1940 г. мощность ТЭЦ достигла 2 млн. кВт, увеличившись по сравнению с 1930 г. в 9,5 раза при росте мощности всех электростанций страны в 4 раза.

Широко развернулось строительство ГЭС; за период с 1931 по 1940 г. ввод новых мощностей на ГЭС достиг 1,4 млн. кВт, что составило одну пятую часть объема ввода мощностей в этот период. Доля электроэнергии, произведенной на ГЭС, в суммарной выработке всех электростанций в 1940 г. возросла до 13,4%.

Продолжились изменения структуры топливного баланса ТЭС, характерные для предыдущего десятилетия: доля выработки электроэнергии на жидком топливе снизилась в 1940 г. до 1,6% за счет увеличения производства на антрацитовом штыбе и местных (подмосковном, уральском, сибирском и среднеазиатском) углях и торфе.

При общем значительном росте электропотребления увеличилась доля расходов на электротягу, сельское хозяйство и коммунально-бытовые нужды. Около 20% промышленного электропотребления пришлось на технологические процессы: производство стали, ферросплавов, алюминия и др. Коэффициент электрификации силового привода достиг 84%. В начале 30-х годов были приняты решения о развитии электрификации железных дорог, организован выпуск электровозов и электротягового оборудования. К концу 1940 г. протяженность электрифицированных железных дорог страны составила 1865 км. Значительные успехи были достигнуты и в электрификации сельского хозяйства: в конце 30-х годов треть машинно-тракторных станций и совхозов пользовалась электроэнергией для производственных целей. Отпуск электроэнергии на нужды быта и сферы обслуживания в городах увеличился с 1,4 млрд. кВт·ч в 1930 г. до 6,7 млрд. кВт·ч в 1940 г.

Суммарная мощность электростанций страны в 1940 г. составила 11,2 млн. кВт, выработка электроэнергии — 48,3 млрд. кВт·ч. Доля выработки электроэнергии районными электростанциями достигла 81,2% суммарной выработки по стране. Число часов использования установленной мощности электростанций за десятилетие

возросло с 3300 до 5481. Удельный расход условного топлива на выработанный киловатт-час снизился с 0,81 кг в 1930 г. до 0,6 кг в 1940 г.

В 1940 г. была сооружена первая межсистемная связь 220 кВ Днепр—Донбасс. В связи с намечавшимся объединением энергосистем Юга еще в 1938 г. было организовано Бюро Южной энергосистемы, функции которого ограничивались общей координацией развития энергосистем и их режимов. В 1940 г. это бюро было переименовано в Объединенное диспетчерское управление (ОДУ) Южной энергосистемы. Мощность Южной энергосистемы (энергообъединения) в 1940 г. достигла 1800 МВт. Суммарная мощность этой и трех других наиболее крупных энергосистем — Московской, Ленинградской и Уральской — составляла 43% всей мощности электростанций страны, выработка электроэнергии — 68% производства электроэнергии в стране.

Возрастающие потребности быстроразвивающихся энергосистем в силовом оборудовании и аппаратуре, средствах управления и автоматизации уже с начала 30-х годов в основном удовлетворялись промышленностью нашей страны. Совершенствовались средства оперативно-диспетчерского управления. Значительное развитие получили каналы ВЧ-связи по линиям электропередачи с использованием отечественной аппаратуры, серийный выпуск которой был организован в первой половине 30-х годов. В системах диспетчерского управления внедрялись средства телемеханики.

В 30-х годах проводилась систематическая работа по совершенствованию

релейной защиты сетей 35–110 кВ и первых линий 220 кВ. В этот период появились оригинальные труды советских авторов по теории и технике релейной защиты. Большой эффект был достигнут установкой на линиях 110–220 кВ так называемых токовых отсечек; была организована разработка отечественных дистанционных защит, началось внедрение защит с ВЧ-блокировкой на линиях электропередачи высших напряжений и дифференциальных защит мощных трансформаторов. В последние годы довоенного периода промышленность СССР освоила выпуск быстродействующих высокочастотных и продольных дифференциальных защит, дистанционных защит с блокировкой при качаниях для линий 220 и 110 кВ, дифференциальных защит шин 220–110 кВ электростанций и подстанций, усовершенствованных защит генераторов. Благодаря совершенствованию релейных защит и применению новых быстродействующих выключателей был существенно повышен уровень динамической устойчивости энергосистем.

Большое внимание уделялось вопросам повышения грозоупорности воздушных линий. К концу 30-х годов удалось добиться резкого сокращения числа грозовых аварий на линиях.

Рост мощности энергосистем привел к значительному увеличению токов короткого замыкания; в середине 30-х годов пришлось заменить или усилить более половины всех установленных в энергосистемах масляных выключателей. Наряду с этой большой работой проводилось вынужденное секционирование сетей для ограничения токов короткого замыкания

(КЗ) до значений, допустимых для выключателей и другого оборудования и аппаратуры.

Предвоенное десятилетие стало периодом интенсивного развития научных основ управления режимами. Продолжалось развитие методов оптимизации распределения активных и реактивных мощностей. Вышли в свет фундаментальные труды по статической и динамической устойчивости, сохранившие свое основополагающее значение до настоящего времени. Советские специалисты познакомились с результатами наиболее важных работ зарубежных исследователей. Были выполнены первые экспериментальные исследования статической устойчивости и натурные испытания аварийного регулирования мощности паровых турбин в целях повышения динамической устойчивости. Исследовались режимы самовозбуждения, асинхронные режимы и условия ресинхронизации генераторов; разрабатывались методы расчета электростатического и электромагнитного влияния линий электропередачи на линии связи.

Были созданы первые модели (расчетные столы) переменного тока для расчета установившихся режимов и динамической устойчивости, получившие в дальнейшем широкое применение в энергосистемах, объединенных диспетчерских управлениях (ОДУ), научно-исследовательских и проектных организациях. Важное значение приобрели работы по физическому моделированию энергосистем.

В 1930 г. были разработаны первые руководящие указания по расчетам токов КЗ. Совершенствовались и внедрялись универсальные модели (расчетные столы)

постоянного тока для определения токов КЗ; нашли применение также и специализированные модели.

В течение довоенного периода большое внимание уделялось проблеме дальнейшей передачи электрической энергии. В 1935 г. в Ленинграде был построен опытный участок линии 500 кВ. Был выполнен ряд исследований по режимам и устойчивости дальних электропередач.

Внедрялись новые средства линейной и системной автоматики. С 1934 г. началось применение устройств автоматического повторного включения линий. В 1937 г. на Свирской ГЭС был установлен первый автоматический регулятор частоты; в 1939 г. там же было освоено устройство противоаварийной автоматики, осуществившее выделение ГЭС на сбалансированную нагрузку. Перед войной началось внедрение быстродействующих, не имеющих зоны нечувствительности электронных автоматических регуляторов возбуждения, устройств компаундирования синхронных машин, первых устройств быстродействующего возбуждения и автоматической разгрузки по частоте.

Проводилась систематическая работа по автоматизации управления технологическими процессами на ТЭС. В 1932 г. в Армении вошла в строй первая полностью автоматизированная ГЭС. В дальнейшем работы по автоматизации ГЭС получили еще большее развитие.

Систематически проводилась важная работа по совершенствованию методов управления и повышению технического уровня эксплуатации энергосистем. Уже в конце 20-х годов была внедрена система планово-предупредительных ремонтов

оборудования энергосистем, а в 30-х годах – система и методы контроля и испытания изоляции. С 1933 г. стали выпускаться противоаварийные циркуляры, в 1934 г. была выпущена типовая инструкция по ликвидации аварий на высоковольтных линиях; в 1936 г. были утверждены Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок электростанций и подстанций, а в 1940 г. – Правила технической эксплуатации электрических станций и подстанций.

Значительные успехи в расширении энергетической базы страны, достигнутые в предвоенные годы, имели решающее значение для успешной реализации планов развития народного хозяйства, повышения обороноспособности Советского Союза, улучшения жизненного уровня населения.

Годы Великой Отечественной войны стали периодом тяжелых испытаний для советской энергетики. Было полностью разрушено энергетическое хозяйство Украины, Белоруссии, прибалтийских республик и ряда западных районов РСФСР. Оборудование многих электростанций было демонтировано и вывезено на восток. В наиболее тяжелый первый период войны установленная мощность электростанций снизилась более чем в два раза по сравнению с довоенным уровнем.

Перебазирование промышленности на Урал и в восточные районы страны, форсированное строительство в этих районах новых промышленных объектов потребовало интенсивного развития действующих энергосистем Урала, Северного Казахстана, Центральной Сибири и Средней Азии. Доля производства электроэнергии энергосистемами Урала, Сибири, Казахстана, Средней

Азии и Дальнего Востока в суммарной выработке по стране возросла с 22,2% в 1940 г до 48,5% в 1945 г. В военные годы быстро развивалась также энергетика Поволжья и Закавказья.

Особенно большое развитие получила энергетика Урала. В 1944 г. мощность электростанций региона почти удвоилась по сравнению с довоенной. В 1945 г. выработка электроэнергии электростанциями Урала по сравнению с 1940 г. увеличилась в 2,5 раза и достигла 12,2 млрд. кВт·ч, что составило 28,3% суммарной выработки по стране. Быстрое развитие и особое значение энергетике Урала сформировали повышенные требования к хозяйственному и оперативному управлению в напряженных условиях военного времени. Для выполнения этих требований Уральская энергосистема в 1942 г. была разделена на Свердловскую, Челябинскую и Пермскую, а для оперативного управления образовавшимся энергообъединением в Свердловске было создано ОДУ Урала.

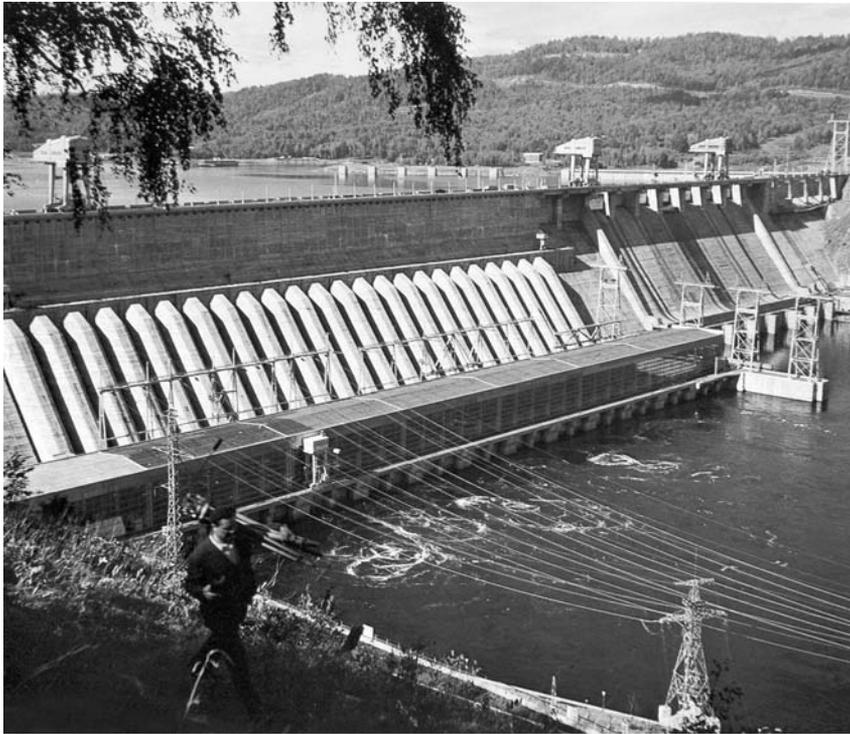
В военные годы объединенная энергосистема Урала работала с исключительным напряжением, вызванным резким увеличением нагрузки и отставанием развития электрических сетей и устройств линейной и противоаварийной автоматики (некоторые из них начали применяться в энергосистемах еще до войны). Ввод в действие автоматических регуляторов возбуждения (АРВ) генераторов и массовое применение устройств быстродействующего возбуждения (БВ) позволили уже к 1944 г. полностью устранить аварии типа «лавина напряжения». Исключительно важную роль сыграло

внедрение автоматической частотной разгрузки (АЧР), обеспечившей предотвращение аварий типа «лавина частоты». Широкое применение автоматического повторного включения (АПВ) и автоматического включения резервного оборудования (АВР) способствовало значительному повышению надежности электроснабжения.

В 1943 г. в ОЭС Урала были установлены устройства противоаварийной делительной автоматики со счетчиком циклов качаний, осуществлявшие разделение энергосистем при возникновении асинхронного хода по межсистемным связям. Была применена автоматика отделения части генераторов ТЭС на собственные нужды при аварийных снижениях частоты. Проводились мероприятия по ускорению действия выключателей и релейной защиты.

В дальнейшем применение АРВ и БВ, АЧР, АПВ и АВР стало обязательным для всех энергосистем страны. Внедрение и совершенствование этих средств автоматики было характерной чертой технической политики, направленной на обеспечение устойчивой параллельной работы и надежного энергоснабжения в условиях крайне напряженных режимов энергосистем в военный период и послевоенные годы.

В военные годы, хотя и в ограниченном масштабе, продолжались работы по созданию новых средств автоматизации и оперативного управления; в 1944 г. было установлено первое устройство однофазного АПВ (ОАПВ), в дальнейшем эти устройства получили весьма широкое применение. К концу войны был организован выпуск небольшой серии аппара-



Красноярская ГЭС

туры телеуправления, телесигнализации и аппаратуры телеизмерения частотной и частотно-импульсной систем.

С конца 1941 г. начались работы по восстановлению разрушенного энергетического хозяйства страны, в 1942 г. они велись в основном в центральном районе европейской части СССР, в 1943 г. — в южных районах (Волгоград, Ростов, Северный Кавказ, Донбасс), в 1944 г. — в западных районах. В 1945 г. эти работы распространились на всю освобожденную территорию страны и проводились форсированно после окончания войны.

В 1944 г. была воссоздана Объединенная диспетчерская служба Юга (в дальнейшем ОДУ Юга).

В 1945 г. для оперативного управления формировавшейся ОЭС Центра было создано ОДУ Центра, осуществлявшее руководство параллельной работой Московской и трех верхневолжских энергосистем: Горьковской, Ивановской и Ярославской.

В 1946 г. суммарная мощность электростанций СССР достигла довоенного уровня; при этом распределение мощности между отдельными районами страны существенно изменилось; довоенный уровень производства электроэнергии был достигнут при значительно более высоких технических показателях. В 1947 г. Советский Союз по производству электроэнергии вышел на первое место в Европе и второе место в мире.

Типовым агрегатом для новых ТЭС в конце 40-х годов стал турбогенератор 100 МВт. Наибольшая мощность ТЭС в 1950 г. составила 400 МВт. Доля агрегатов высокого давления с 3% в 1940 г. увеличилась до 20% общей мощности ТЭС в 1950 г.

Продолжалось освоение теплосилового оборудования на высокие параметры пара; в 1953 г. на Черепетской ГРЭС были введены энергоблоки 150 МВт с параметрами пара 17 МПа, 580°C с вторичным перегревом пара.

Важнейшим событием этих лет было завершение строительства первой в мире атомной электростанции (АЭС) мощностью 5 МВт, запущенной в эксплуатацию в 1954 г. В этом же году началось строительство Братской ГЭС, а в 1955 г. — Красноярской ГЭС.

Проводились широкомасштабные работы по электрификации железных дорог; к концу 1955 г. общая протяженность электрифицированных железных дорог достигла 5,4 тыс. км.

Большое значение для электрификации сельского хозяйства приобрело начатое в 1953 г. массовое присоединение сельских потребителей к сетям энергосистем, т.е. переход к централизованному электроснабжению сельского хозяйства.

В 1955 г. суммарная мощность электростанций СССР достигла 37,2 млн. кВт, выработка электроэнергии составила 170,2 млрд. кВт·ч. Общая протяженность линий электропередачи напряжением 110–154 кВ достигла 29,4 тыс. км, 220 кВ – 5,7 тыс. км. Значительное развитие получили ОЭС Центра, Урала и Юга; электростанции этих систем вырабатывали около половины всей электроэнергии, производимой в стране. В ОЭС Центра параллельно работали Московская и три верхневолжские энергосистемы; ОЭС Урала работала в прежнем составе (Свердловская, Пермская и Челябинская энергосистемы); в ОЭС Юга входили Донбасская, Днепровская, Ростовская и Волгоградская энергосистемы. Все указанные ОЭС работали изолированно.

Предстоящий ввод первой ЛЭП 400 кВ Куйбышев–Москва и прием в ОЭС Центра мощности Куйбышевской ГЭС привел к необходимости усиления ОДУ Центра, поскольку действовавшее ОДУ имело ограниченные функции и фактически не осуществляло оперативного управления основной энергосистемой страны – Московской. Небольшой коллектив ОДУ возглавлял В.М. Горнштейн – крупный специалист,



Диспетчерский пункт на Раушской набережной

обладавший опытом оперативного управления и известный трудами в области оптимизации энергетических режимов. Со своими функциями ОДУ Центра справлялось, но для решения новых задач требовалась его коренная реорганизация.

Руководство Министерства электростанций СССР и Главцентрэнерго приняли решение создать по существу новое ОДУ Центра с расширенными функциями, возложив на него обязанности подготовки к приему мощности Куйбышевской ГЭС и оперативного управления дальней электропередачей 400 кВ. Было ясно, что ОЭС Центра становится ядром будущего объединения энергосистем европейской части страны, и руководство учитывало перспективу превращения ОДУ Центра в более



Участники совещания руководителей ОДУ и Главных диспетчеров энергосистем. В центре: К.Т. Нахапетян – Главный диспетчер ОДУ ЕЭС, Д.Т. Чижов – первый начальник ОДУ ЕЭС европейской части СССР, А.В. Груздев – Главный диспетчер Горэнерго, В.Т. Калита -2-й ряд, 3-й справа – Главный диспетчер ОДУ ЕЭС

высокую степень системы оперативно-диспетчерского управления. При создании нового ОДУ Главцентрэнерго ориентировалось на привлечение кадров Мосэнерго.

В 1953 г. на должность главного диспетчера ОДУ Центра был переведен начальник диспетчерской части Мосэнерго Корюн Татевосович Нахапетян – ведущий специалист в области диспетчерского управления, требовательный руководитель, прекрасный организатор. Заместителем главного диспетчера – начальником диспетчерской службы стал В.Т. Калита, способный, перспективный специалист с большим производственным опытом. В состав диспетчерской службы вошли прежние сотрудники ОДУ (А.Н. Китаев, М.С. Володина и др.), а

также опытные специалисты из Мосэнерго В.С. Зябликов, В.Н. Успенский, В.Н. Михайлов, Г.Ф. Крылов, а в дальнейшем Г.С. Соколов и Б.И. Диалектов.

Службу релейной защиты и автоматики возглавил крупный специалист в этой области Н.В. Чернобровов, ранее руководивший подобной службой в Мосэнерго, его заместителем стал М.Ф. Мельников.

Я получил предложение Корюна Татевосовича перейти в ОДУ Центра на должность заместителя главного диспетчера – начальника службы режимов и с ноября 1953 г. приступил к исполнению своих новых обязанностей. Моим заместителем стал Ю.Н. Баскаков, одаренный человек, имевший большой опыт работы по режимам высоковольтных сетей Мосэнерго. В службу режимов были приняты Е.А. Поляков, Э.В. Турский, а затем А.Г. Хлебников.

Небольшой коллектив ОДУ имел определенные достижения в области организации связи и телемеханики, что в основном было заслугой Б.И. Скияревского. Защитой и автоматикой занимался известный специалист А.Б. Барзам.

Важнейшей первоочередной задачей стала реализация функций оперативно-диспетчерского руководства Московской энергосистемой. Это оказалось непростым делом, поскольку не все специалисты Мосэнерго поняли необходимость оперативного подчинения диспетчерской части Мосэнерго ОДУ Центра как более высокой степени оперативного управления. Это серьезно затрудняло становление нового ОДУ. Однако руководство Мосэнерго не поддержало протестующих, позиция руководства Главцентрэнерго была четкой,

бескомпромиссной, и должный порядок оперативного управления был установлен. Помогло и то, что практически все ведущие сотрудники ОДУ вышли из коллектива Мосэнерго и не потеряли с ним связи. Несомненно, особенно большую роль сыграли волевые качества К.Т. Нахапетяна.

Что же касается верхневолжских энергосистем, то здесь трудностей не было. Главные диспетчеры Горьковской, Ивановской и Ярославской энергосистем А.В. Груздев, М.А. Агеев и К.В. Преображенский активно участвовали в проведении всех мероприятий по совершенствованию оперативного управления энергообъединением.

Исключительно большое внимание уделялось в ОДУ подготовке к вводу в эксплуатацию первой цепи электропередачи 400 кВ Куйбышев – Москва. Главная сложность состояла в том, что особенности режимов этой электропередачи исключали возможность непосредственного использования накопленного опыта освоения электропередач менее высоких напряжений. Поэтому для разработки инструкций по оперативному управлению электропередачей, регулированию ее режимов и ликвидации аварийных нарушений, диспетчерской эксплуатации устройств защиты и автоматики был необходим тщательный анализ этих особенностей. Дальние электропередачи оснащались новыми, более совершенными устройствами релейной защиты и автоматики, и их освоение было важной задачей служб эксплуатации. Уже при подготовке к эксплуатации первой цепи 400 кВ выявилась необходимость улучшения использования пропускной способности дальних электропередач, повышения надежности

их работы и предотвращения развития аварий при нарушениях схемы и режима, внедрения новых средств противоаварийной автоматики (ПА).

Ввод первой южной цепи 400 кВ осуществлялся по частям, начиная с конечного участка, примыкающего к приемной (Ногинской) подстанции (ПС) Московской энергосистемы. Этот участок был



ОДУ ЕЭС европейской части СССР.

Старший диспетчер В.Н. Успенский ведет операции по включению электропередачи 400 кВ Куйбышев – Москва; на щите присутствуют: Главный диспетчер В.Т. Калита, начальник СРЗА Н.В. Чернобровов, начальник ОДУ К.Т. Нахапетян, зам. начальника службы режимов Ю.Н. Баскаков, начальник службы режимов С.А. Совалов, 1956 г

включен под напряжение в декабре 1955 г.

В то время ОДУ Центра размещалось в здании Мосэнерго; оперативное управление ОЭС осуществлялось с временного, очень скромно оснащенного диспетчерского пункта. Именно здесь 30 апреля 1956 г., когда цепь 400 кВ была впервые включена под разгрузку, собрались ведущие сотрудники ОДУ. Это был незабываемый момент торжества – итог деятельности всех многочисленных участников освоения напряжения 400 кВ и вместе с тем переход к новому этапу развития отечественной энергетики.

По пусковой схеме цепи 400 кВ два генератора Куйбышевской ГЭС работали связано через повышающие трансформаторы на цепь 400 кВ и на сеть 110 кВ местной Куйбышевской энергосистемы, которая таким образом включалась на параллельную работу энергосистем двух удаленных одна от другой зон европейской части страны – Центра и Средней Волги.

В 1957 г. было принято решение о преобразовании ОДУ Центра в ОДУ ЕЭС европейской части СССР, т.е. о создании более высокой ступени системы оперативно-диспетчерского управления. В оперативное подчинение этого органа попадали ОДУ присоединяемых объединенных энергосистем; ему поручали подготовку к созданию ЕЭС европейской части СССР и оказание помощи в организации новых территориальных энергообъединений.

В 1958 г. ОДУ ЕЭС европейской части страны было переведено в новое помещение на Раушской набережной. С вводом в работу нового диспетчерского пункта, оснащенного современными средствами оперативного управления, были созданы

необходимые условия для эффективного управления формирующейся ЕЭС европейской части страны.

В ноябре 1956 г. была включена в работу вторая цепь электропередачи 400 кВ Куйбышев–Москва, а в декабре 1957 г. введена в эксплуатацию установка продольной компенсации на переключательном пункте № 2.

В июле 1958 г. переключательный пункт № 3 был превращен в понижающую подстанцию Владимирскую, связанную с сетью 220 кВ верхневолжских энергосистем. Тем самым последний участок электропередачи 400 кВ стал мощной межсистемной связью этих энергосистем с Московской.

Сложные задачи возникли при переходе от напряжения 400 кВ к более высокой ступени напряжения 500 кВ. В 1957 г. дальняя электропередача Сталинград–Москва была перепроектирована на напряжение 500 кВ, необходимые изменения внесены в проект строящейся электропередачи 400 кВ Куйбышев–Урал; намечены мероприятия по переводу на 500 кВ находящейся в эксплуатации электропередачи 400 кВ Куйбышев–Москва.

При вводе в эксплуатацию новых линий (участков дальних ЛЭП) и оборудования ПС 400–500 кВ, при последовательном переходе на напряжение 500 кВ неизбежно возникали временные схемы, значительно более тяжелые по условиям оперативного управления и ведения режимов, чем проектные.

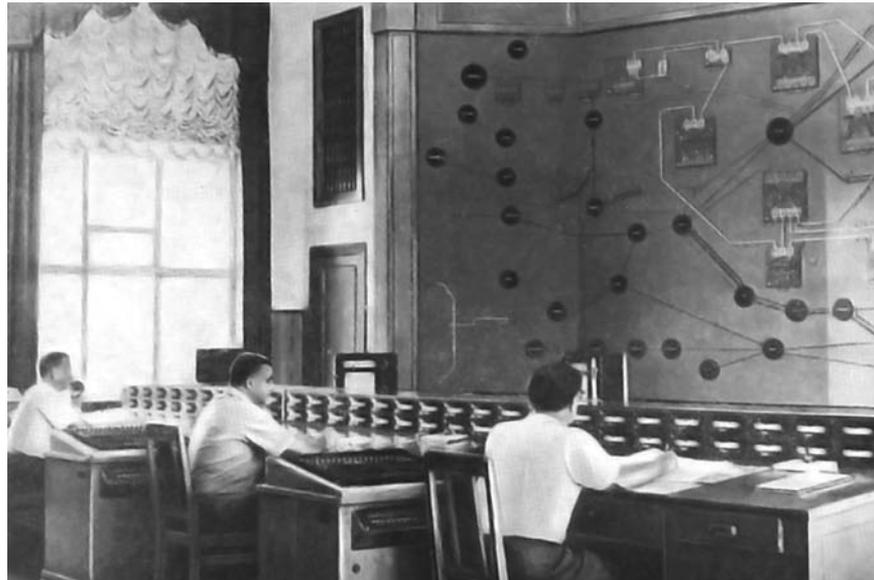
Важнейшее значение для освоения дальних электропередач и улучшения их использования приобрели системные испытания режимного характера.

В большую серию натурных испытаний, проведенных в первые периоды освоения дальних электропередач 400–500 кВ, входили опыты самосинхронизации мощных генераторов отправной ГЭС и несинхронного замыкания электропередачи; экспериментальные исследования электропередачи; экспериментальные исследования асинхронных режимов и ресинхронизации (результатирующей устойчивости); испытания устойчивости дальней электропередачи при работе генераторов ГЭС с автоматическими регуляторами возбуждения пропорционального действия; опыты по внедрению АРВ сильного действия и новых устройств противоаварийной автоматики (ПА) с оценкой эффекта повышения статической и динамической устойчивости, достигаемого при их применении, и др.

Натурные испытания дальних электропередач имели весьма важное практическое и научное значение. В некоторых временных схемах несинхронное замыкание было основным способом включения электропередачи в нормальных условиях, а в ряде случаев – единственным способом быстрой ликвидации аварии с разрывом электропередачи. Использование ресинхронизации после нарушения устойчивости дало возможность отказаться от опасного разрыва дальней электропередачи при возникновении асинхронного режима. Испытания устойчивости энергосистемы при работе генераторов волжских ГЭС с АРВ сильного действия позволили получить данные, необходимые для усовершенствования АРВ и приспособления их к реальным условиям эксплуатации.

Особое значение имели натурные испытания режимов дальних электропередач для проверки правильности выбранных принципов действия и эффективности устройств ПА. Разработке и внедрению ПА дальних электропередач уделялось особое внимание. С переводом этих электропередач на напряжение 500 кВ и использованием их участков в качестве основных межсистемных связей ПА стали развиваться как основной вид системной автоматики формирующейся ЕЭС европейской части СССР.

В выяснении ряда принципиальных вопросов, связанных с экспериментальными исследованиями дальних электропередач, нам оказывали содействие



Операционный зал Объединенного диспетчерского управления ЕЭС европейской части СССР.



С.А. Совалов – начальник службы режимов; О.В. Щербачев – научный работник;
И.М. Маркович – начальник службы режимов Мосэнерго;
Г.Р. Герценберг – начальник лаборатории ВЭИ; К.Т. Нахапетян – начальник ОДУ;
Б.И. Диалектов – зам. начальника ДС; Н.Н. Соколов – начальник отдела ПЭО ДЭП; 1967 г.

Л.Г. Мамиконянц, В.А. Веников, Е.А. Марченко. В выполнении расчетов и моделировании исследуемых процессов, обеспечении изменений и осциллографировании параметров режима, проведении опытов, обработке полученных данных и анализе результатов участвовали ведущие сотрудники научно-исследовательских и других организаций, в том числе Г.Р. Герценберг, А.А. Хачатуров, Н.И. Соколов, Е.А. Штерн, Э.Л. Бронштейн, П.И. Зубков, М.Г. Портной, М.П. Честнов, В.Я. Масольд, Ю.Д. Садовский, А.Д. Герр, В.Е. Каштелян, М.А. Смирнитский, А.В. Богословский, Н.Д. Воробьева, В.А. Вершков, М.А. Саркисов, Ш.Г. Абрамян, А.А. Милютин и многие другие.

По условиям работы энергообъединения значительную часть испытаний можно было проводить только в ночное время или в выходные дни. При наиболее серьезных опытах, связанных с проведением ответственных испытаний, на диспетчерском пункте обычно присутствовал В.Т. Калита.

Системные испытания сыграли важнейшую роль не только в освоении электропередач 400–500 кВ, они были необходимы для организации новых присоединений и обеспечения надежной параллельной работы ОЭС, входящих в состав ЕЭС, и проводились практически на всех этапах ее формирования.

В конце 50-х годов с завершением строительства дальней ЛЭП Куйбышев–Урал появилась возможность соединения на параллельную работу ОЭС Центра с ОЭС Урала. В июле 1958 г. был введен в работу первый (головной) участок этой электропередачи ЛЭП Куйбышев–Бугульма и ПС Бугульма с понижающей автотрансформаторной (АТ) группой 400/121/11 кВ мощностью 270 МВА. Это позволило выдать часть мощности ГЭС в энергосистемы Предуралья–Башкирскую энергосистему, Урусинский и Оренбургский энергорайоны.

В сентябре 1958 г. был включен в работу второй участок электропередачи Бугульма–Златоуст. Таким образом, появилась возможность передачи части избыточной мощности Волжской ГЭС им. В.И. Ленина в сеть 110 кВ ОЭС Урала; на ЛЭП Куйбышев–Бугульма–Златоуст выделялась через одну-две повышающие трансформаторные группы часть генераторов ГЭС.

В феврале 1959 г. был проведен первый опыт соединения на параллельную работу энергосистем Центра, Средней Волги и Урала. Соединение осуществлялось путем замыкания секций шин 400 кВ ГЭС, к одной из которых была подключена южная цепь электропередачи 400 кВ Куйбышев–Москва, а к другой – электропередача Куйбышев–Бугульма–Златоуст. «Узким местом» связи с ОЭС Урала была малая пропускная способность понижающей автотрансформаторной группы (АТГ) ПС Златоуст 400/121/11 кВ мощностью 270 МВА, составляющая 3–4% мощности ОЭС Урала.

В мае 1959 г. была включена в работу ЛЭП Златоуст–Свердловск, последний участок электропередачи Куйбышев–Урал. При этом на ПС Свердловская была установлена понижающая АТГ группа 500/242/38,5 кВ мощностью 405 МВА. В конце октября 1959 г. ОДУ ЕЭС приняло решение о переходе на параллельную работу ЛЭП Московского и Уральского направлений.

В апреле 1959 г. был осуществлен переход на параллельную работу цепей 500 кВ. С пуском в конце 1959 г. первой цепи 500 кВ Сталинградской системы она отделилась от ОЭС Юга и вошла в состав ОЭС Центра.

Продолжался ввод объектов дальних ЛЭП и перевод их на напряжение 500 кВ. В 1962 г. переключательный пункт № 2 электропередачи Куйбышев–Москва был превращен в понижающую подстанцию Арзамасскую, связанную сетью 220 кВ с Горьковской энергосистемой. На электропередаче Куйбышев–Урал была введена ПС



Волжская ГЭС

Шагол, связанная с сетью 220 кВ Челябинской энергосистемы. На промежуточных ПС 500 кВ Михайловской и Липецкой электропередачи Волгоград–Москва АТГ были введены в работу в 1960 г., а на ПС Балашовская – только в 1964 г. В том же году перевод был завершен на 500 кВ и образована единая сеть 500 кВ – основная системобразующая сеть формирующейся ЕЭС европейской части СССР.

В 60-е годы шел интенсивный процесс расширения существующих ОЭС и формирования новых. В 1960 г. было создано ОДУ Средней Волги для оперативного управления Куйбышевской, Ульяновской и Саратовской энергосистемами. В оперативное подчинение ОДУ Средней Волги были переданы также Башкирская энергосистема и Оренбургский и Уруссинский энергорайоны.

В 1960 г. в ОЭС Центра входили 12 энергосистем, в том числе вновь образовавшиеся Калининская, Брянская, Орловская,

Курская и выделившаяся из Московской энергосистемы Тульская; в ОЭС Урала — четыре энергосистемы и три энергорайона (включая Удмуртский); в ОЭС Юга — 5 энергосистем: Донбасская, Днепровская, Ростовская, Харьковская и Херсонская.

В конце 50-х и начале 60-х годов происходило формирование ОЭС Закавказья, Северного Кавказа, Сибири, Северо-Запада, Средней Азии; тогда же были созданы ОДУ этих энергосистем.

После сооружения в 1962 г. ЛЭП 220 кВ Койсуг–Тихорецкая была организована параллельная работа ОЭС Северного Кавказа и ОЭС Юга по связям 110–220 кВ. В 1962 г. вошла в работу первая очередь опытно-промышленной электропередачи постоянного тока 800 кВ Волгоград–Донбасс, и при параллельной работе ОЭС Центра и Юга по линии постоянного тока в ЕЭС образовались две части с независимыми частотами.

Формированию и развитию ОЭС способствовало то, что руководящий персонал энергосистем проявлял большую заинтересованность в быстрейшем их включении в состав ОЭС, так как при параллельной работе энергосистем улучшалось качество электроэнергии по частоте; происходил переход к более простой задаче поддержания заданных перетоков мощности; благодаря взаимопомощи энергосистем в нормальных режимах облегчалось проведение ремонтов оборудования, а взаимопомощь в аварийных условиях обеспечивала значительное повышение надежности электроснабжения.

Решение новых сложных задач, связанных с формированием ЕЭС и развитием системы оперативно-диспетчерского управления, на первом этапе

осуществлялось под контролем и при активной помощи главного инженера Главцентрэнерго А.П. Немова, начальников Главцентрэнерго, заместителей министра и других руководящих работников.

Одной из важных задач системного характера, возникших на начальном этапе формирования ЕЭС, было повышение маневренности ТЭС. С вводом волжских ГЭС появились резервы мощности, резко возросла неравномерность графика нагрузки и возникла необходимость глубокой разгрузки ТЭС в часы минимума нагрузки для приема избыточной мощности ГЭС и предотвращения потери гидроресурсов.

Мероприятия по снижению технического минимума нагрузки ТЭС, взятые под контроль руководством министерства, проводились успешно. В паводок 1959 г. мощность, передаваемая по передаче Куйбышев–Москва, достигла предельно допустимого значения, и ТЭС Московской энергосистемы в ночные часы разгружались до 30–40% мощности, с которой они работали в часы максимумов.

В деятельности ОДУ Центра и ОДУ ЕЭС особое место занимало развитие противоаварийной автоматики. В первые годы освоения дальних ЛЭП 400–500 кВ ПА внедрялась по заданиям ОДУ. В 1961 г. в «Теплоэлектропроекте» (ТЭП) была создана небольшая группа проектирования ПА, которой руководил Б.И. Иофьев. В начале 60-х годов по заданию ОДУ ЕЭС ТЭП (затем «Энергосетьпроект») и Гидропроект осуществили проектирование ПА волжских ГЭС и дальних электропередач. В дальнейшем эти работы получили в «Энергосетьпроекте» большое развитие.

В институте были созданы проектная и научно-исследовательская группа по ПА, а в конце 60-х—начале 70-х годов сформированы специальные проектные подразделения.

Достигнутые ОДУ ЕЭС успехи в широком внедрении ПА в значительной мере объясняются слаженной работой служб режимов и релейной защиты и автоматики (РЗиА).

Все большее внимание внедрению ПА наряду с ОДУ ЕЭС уделяли территориальные ОДУ и энергосистемы; в службах РЗиА выделялись специалисты, а иногда и целые группы, занимавшиеся ПА.

Оснащение средствами ПА основных системообразующих связей ЕЭС Европейской части СССР обеспечило надежную параллельную работу ОЭС Центра, Средней Волги и Урала, высокий уровень живучести этих ОЭС и ЕЭС.

В июле 1964 г., после завершения перевода ЛЭП 400 кВ на напряжение 500 кВ, я выехал на ВоГЭС имени XXII съезда КПСС для проведения испытаний с имитацией тяжелой аварии в сети 500 кВ. Основной опыт моделировал нарушение устойчивости электропередачи Волгоград—Москва; асинхронный режим длился 15 с и завершился ресинхронизацией выделенных для работы на электропередачу генераторов отправной ГЭС. Колебания мощности по аварийной электропередаче происходили с размахом около 2250 МВт в начале асинхронного режима и 2500 МВт в процессе ресинхронизации. В опыте резко проявилось явление электромеханического резонанса, приведшее к опасному «раскачиванию» электропередачи Куйбышев—Урал, электрически весьма удаленной от источника возмущения.

Эти и другие испытания, а также выводы из анализа системных аварий привели нас к решению об отказе от использования ресинхронизации в системообразующей сети. К противоаварийной автоматике основных связей стало предъявляться требование немедленной ликвидации асинхронных режимов разделением несинхронных частей энергосистем. Вместе с тем, благодаря широкому внедрению автоматики, предотвращающей нарушение устойчивости, случаи отключения основных связей из-за возникновения асинхронного режима стали очень редкими.

Материалы, обобщающие опыт применения противоаварийной автоматики, мы часто готовили вместе с М.А. Берковичем — высококвалифицированным специалистом и замечательным человеком.

На одном из совещаний специалистов по релейной защите и автоматике, проведенном в 1963 г., обсуждался наш совместный с М.А. Берковичем доклад. В нем отмечалось, что противоаварийная автоматика, предназначенная для предотвращения нарушения устойчивости, развивается в направлении создания комплексов децентрализованных устройств, которые взаимосвязаны общностью режима управляемого объекта, согласованы по принципам действия и настройке, а также по условиям резервирования. В заключение была подчеркнута необходимость проведения работ в новом направлении: создании на базе современной техники централизованных систем ПА, получающих всю необходимую информацию о схеме и режиме работы объекта и автоматически вырабатывающих управляющие воздействия в соответствии с



Черепетская ГРЭС

параметрами исходного режима и произошедшими нарушениями.

Поставленная проблема неожиданно заинтересовала Всесоюзный электротехнический институт (ВЭИ) им. В.И. Ленина — Г.Р. Герценберг сообщил о своем намерении заняться разработкой централизованного устройства ПА. Г.Р. Герценберг и его сотрудники пришли к заключению, что разработку первого централизованного устройства можно осуществить на базе аналоговой техники. В качестве объекта управления была выбрана ВоГЭС имени XXII съезда КПСС с линией электропередачи постоянного тока 800 кВ Волгоград—Донбасс.

Следующим важным шагом в новом направлении стало создание централизованной системы ПА кольцевой сети 500 кВ ОЭС Урала с выполненным на базе релейной техники центральным устройством,

размещенным на ПС Южная Свердловской энергосистемы. Принципы централизованной системы были разработаны ОДУ Урала и НИИПТ под общим руководством ОДУ ЕЭС. В выработке принципов системы и ее проектировании участвовало Уральское отделение «Энергосетьпроекта».

Разработка и опыт эксплуатации централизованных систем (устройств) на базе аналоговой и релейной техники подготовили переход к созданию в перспективе централизованных цифровых систем ПА.

В середине 60-х годов в связи с возросшей концентрацией мощности на крупных ГЭС и преобладающим вводом крупных блочных турбогенераторов с характеристиками, неблагоприятными по условиям устойчивости, ОДУ ЕЭС, территориальные ОДУ и энергосистемы уделяли большое внимание внедрению устройств автоматики аварийной разгрузки ТЭС в целях обеспечения устойчивости параллельной работы энергосистем. Поскольку аварийная разгрузка осуществлялась отключением части энергоблоков, встала задача вместо этого вынужденного и неблагоприятного для эксплуатации мероприятия использовать аварийное управление мощностью паровых турбин (АУМПТ).

В 1965—1968 гг. на Черепетской ГРЭС были проведены предварительные испытания АУМПТ энергоблоков 300 МВт. Они подтвердили практическую возможность реализации этого вида противоаварийного управления и позволили получить данные, необходимые для его совершенствования. В 1969 г. завершилось оснащение Конаковской ГРЭС Калининэнерго устройствами ПА и включение электроприставок к системам регулирования части турбин

мощностью 300 МВт и было решено провести комплексные испытания АУМПП. Проведенные под руководством ОДУ ЕЭС системные испытания показали высокую эффективность АУМПП; их результаты стали основой для ввода в эксплуатацию АУМПП на Конаковской ГРЭС, а организации, участвовавшие в испытаниях, получили данные, необходимые для расширения внедрения АУМПП на блочных ГРЭС.

Помимо этого были проведены работы по совершенствованию АРВ сильного действия применительно к особенностям мощных турбогенераторов.

Развитие объединенных энергосистем и формирование Единой энергосистемы страны вызвали необходимость ускорения автоматизации управления режимом по частоте и активной мощности. После ввода в эксплуатацию мощных волжских ГЭС они стали использоваться как основные регулирующие частоту станции. Первоначально на них применялись временные автоматические устройства, а затем в эксплуатацию были введены местные комплексные системы регулирования частоты и ограничения перетоков мощности по отходящим от ГЭС ЛЭП 500 кВ.

Действие принятой для ЕЭС системы автоматического регулирования частоты и мощности (АРЧМ) основано на предложенном М.Д. Кучкиным принципе раздельного регулирования плановых и внеплановых изменений нагрузки. Суть этого принципа заключается в том, что большая часть станций работает по оптимальным, при необходимости корректируемым плановым графикам, а функции системы АРЧМ ограничиваются распределением внепла-

новых нагрузок между специально выделенными регулирующими станциями. Преимущество этой системы заключается в относительной простоте ее создания и эксплуатации, а также возможности поэтапного ввода.

Опыт объединения энергосистем и формирования ЕЭС показал, что автоматическое ограничение допустимыми пределами перетоков мощности по связям между ОЭС и наиболее загруженным внутренним линиям является важнейшим условием обеспечения надежной работы ЕЭС и ОЭС при полном использовании пропускной способности основных сетей. В 1960–1961 гг. под руководством М.Д. Кучкина были созданы экспериментальные устройства автоматического регулирования (ограничения) перетоков мощности по ЛЭП 220 кВ Волгоград–Ростов и ЛЭП 500 кВ Бугульма–Златоуст. В первой половине 60-х годов разработанные Энергосетьпроект регуляторы перетока были созданы в ОЭС Сибири, Западной Украины, Закавказья, на межгосударственной связи ЕЭС с объединенными энергосистемами стран-членов СЭВ, а в 1968 г. установлен временный ограничитель перетока по связи 330 кВ Центр–Северо-Запад.

Во второй половине 60-х годов были созданы централизованные системы (ЦС) АРЧМ в ОЭС Урала и Сибири, а в дальнейшем – в ОЭС Северо-Запада и др. Началась разработка ЦС АРЧМ уровня ЕЭС; по общему замыслу ОДУ ЕЭС и Энергосетьпроекта ввод этой системы, обеспечивающей автоматическое регулирование частоты в ЕЭС и ограничение перетоков мощности по важнейшим ЛЭП 500 кВ, должен был



«Утро красит нежным светом...» На первомайской демонстрации К.Т. Нахапетян, зам. Министра Н.Д. Веселов, В.Н. Михайлов, В.С. Зябликов, М.С. Володина, В.Т. Калита и др., 1957 г.

быть первым этапом создания иерархической системы АРЧМ ЕЭС СССР.

В связи с тем, что при развитии ОЭС и формировании ЕЭС особое значение приобрела задача повышения устойчивости параллельной работы, возникла необходимость в нормировании требований по устойчивости. Разработанный директивный документ действовал 20 лет и был пересмотрен только в 1984 г.

Характерным для деятельности ОДУ ЕЭС и территориальных ОДУ было стремление использовать все возможности для быстрого включения в состав ОЭС новых энергосистем и организации параллельной работы ОЭС. Опыт эксплуатации подтвердил возможность расширения ОЭС и ЕЭС без полной реализации проектных

решений, а иногда и при их отсутствии путем организации работы по слабым связям, замыкания распределительных сетей в зонах смыкания энергосистем, использования в качестве временных межсистемных связей линий электропередачи внешнего электроснабжения электрифицируемых железных дорог и т.д. Преимущества объединения даже по слабым связям были весьма существенными и стимулировали усиление временных связей и реализацию проектных схем. Использование для объединения ОЭС слабых связей значительно ускорило формирование ЕЭС.

Эта тенденция проявилась на очередном этапе формирования ЕЭС при присоединении на параллельную работу ОЭС Северо-Запада. В 1966 г. была включена в работу электропередача 330 кВ Чудово–Бологое–Калинин, предназначенная для питания тяговых подстанций 110 кВ на участке Ленинград–Калинин, связанных двухцепной ЛЭП 110 кВ, которая разделялась на ПС Бологое. Электропередача 330 кВ проектировалась как распределительная и не предназначалась для использования в качестве межсистемной связи. Несмотря на это, ОДУ ЕЭС решило проверить возможность присоединения ОЭС Северо-Запада по связи 330 кВ. Это решение нашло полное понимание и поддержку у начальника ОДУ Северо-Запада Е.И. Петряева и главного диспетчера М.Я. Вонсовича.

Испытания начались вечером 16 марта 1966 г. В первом опыте было произведено несинхронное включение ЛЭП 330 кВ Чудово–Бологое при частоте ОЭС Северо-Запада на 0,1 Гц выше

частоты ЕЭС; синхронные качания, возникшие при включении, быстро затухли; произошла заметная стабилизация частоты в ОЭС Северо-Запада. Проводилось регулирование перетока мощности, после чего связь 330 кВ была разомкнута.

На следующий день опыты были начаты с несинхронного включения при разности частот 0,25 Гц. После включения наблюдался перемежающийся синхронно-асинхронный режим: возникли синхронные качания, затем устойчивость нарушилась. После двух циклов асинхронных качаний произошла временная синхронизация, затем вновь начался асинхронный ход, и ЛЭП 330 кВ Чудово–Бологое была отключена вручную: автоматика ликвидации асинхронного режима не работала, так как была настроена на деление после трех циклов асинхронных качаний. Последующий анализ показал, что разность частот 0,25 Гц лишь незначительно превышает значение, при котором обеспечивается немедленная синхронизация.

Далее было осуществлено успешное включение при разности частот 0,15 Гц и проведены опыты с изменением перетока при передаче мощности в ОЭС Центра и в обратном направлении в условиях связи с ОЭС Северо-Запада только по ЛЭП 330 кВ при наличии шунтирующей связи через сеть 110 кВ.

Проводились опыты с изменением частоты в ЕЭС при прекращении регулирования перетока мощности для оценки реакции ОЭС Северо-Запада на это возмущение. Кроме того, были поставлены опыты по поддержанию заданного перетока мощности при изменении частоты в

ЕЭС. Они показали, что диспетчер ОДУ Северо-Запада и подчиненный ему оперативный персонал вполне справляются с регулированием режима связей с ОЭС Центра. Стало ясно, что параллельная работа по связям 330–110 кВ вполне допустима.

Присоединение ОЭС Северо-Запада дало дополнительные возможности для общей оптимизации режима ЕЭС, позволило использовать избытки мощности этой ОЭС для покрытия нагрузок ЕЭС, облегчило регулирование мощности ТЭС в условиях резкой неравномерности графика ОЭС, уменьшило трудности в использовании базисной мощности.

Объединение на параллельную работу крупных энергосистем заложило основу для создания единой энергосистемы, позволило передавать электроэнергию из одного района в другой, повысило качество электроэнергии и обеспечило рациональное и экономичное использование энергетических ресурсов.



ОЭС Северо-Запада

ОЭС Центра

ОЭС Средней Волги

ОЭС Урала

ОЭС Сибири

ОЭС Востока

ОЭС Юга



**А.Ф. Бондаренко
В.А. Семенов**

Развитие системы диспетчерского управления в России

Начало системы диспетчерского управления было положено созданием диспетчерских служб в Московской, Ленинградской и Донецкой энергосистемах в начале 30-х годов. С сооружением в 1940 г. первой межсистемной связи 220 кВ Днепр–Донбасс созданное ранее Бюро Южной энергосистемы было переименовано в Объединенное диспетчерское управление (ОДУ) Южной энергосистемы.



Главный диспетчер
ЦДУ ЕЭС В.Т. Калита

В 1945 г. для оперативного управления формировавшейся ОЭС Центра было создано ОДУ Центра, осуществлявшее руководство параллельной работой верхневолжскими системами: Горьковской, Ивановской, Ярославской, а затем и Московской энергосистемой. Управлением руководил опытный инженер-энергетик В.П. Горштейн; была сформирована диспетчерская служба в составе дежурных диспетчеров Ф.А. Бзырина, М.Н. Власова, М.С. Володиной, А.Н. Китаева, А.А. Козьмина.

В 1953 г. в связи с присоединением на параллельную работу Московской энергосистемы и расширением функций и масштабности диспетчерского управления начальником управления был назначен К.Т. Нахапетян, а его заместителем по диспетчерскому управлению — В.Т. Калита. Начальником службы энергетических режимов и заместителем главного диспетчера стал доктор технических наук, Заслуженный деятель науки и техники С.А. Совалов.

Начало 50-х годов ознаменовалось строительством мощных ГЭС на Волге, сооружением первой электропередачи 400 кВ Куйбышев—Москва и завершением строительства первой в мире атомной электростанции мощностью 5 МВт.

В августе 1957 г. в соответствии с постановлением правительства Объединенное диспетчерское управление Главцентрэнерго (ОДУ Центра) было преобразовано в ОДУ ЕЭС европейской части СССР. ОДУ было наделено функциями оперативно-технического, планового и режимного диспетчерского управления энергетикой европейской

части страны и подчинено Союзглавэнерго при Госплане СССР.

Начальником ОДУ был назначен опытный руководитель А.Г. Чижов, главным диспетчером К.Т. Нахапетян, его заместителем В.Т. Калита. В этот период в коллектив ОДУ на должности старших диспетчеров пришли В.С. Зябликов, В.Н. Успенский и В.Н. Михайлов. Начальником службы релейной защиты и автоматики был назначен М.А. Беркович, позже опубликовавший многочисленные труды по релейной защите и автоматике. Впервые была организована служба перспективного развития ЕЭС во главе с И.П. Симакиным, служба телемеханики и связи, которую возглавили С.П. Докторов и Б.Н. Скларевский, служба гидрорежимов, руководителями которой были назначены Б.Н. Шевелев и В.А. Степанов, а позже А.К. Руднев.

Во второй половине 50-х годов завершилось объединение энергосистем Закавказья; происходило объединение энергосистем Северо-Запада. С 1960 г. началось формирование ОЭС Сибири и Средней Азии. В 1962 г. на параллельную работу с ОЭС Юга по связям 220—110 кВ присоединилась ОЭС Северного Кавказа. В конце 50-х начале 60-х годов были организованы ОДУ формировавшихся ОЭС: Северо-Запада, Средней Волги, Северного Кавказа, Сибири и Средней Азии. В 1966 г. по связям 330 кВ Калинин—Ленинград на параллельную работу с ЕЭС присоединилась ОЭС Северо-Запада. В январе 1970 г. по линии 220 кВ Дагомыс—Бзыби на параллельную работу с ЕЭС присоединилась ОЭС Закавказья. В 1972 г. в состав ЕЭС вошла

ОЭС Казахстана. Суммарная мощность всех электростанций страны к концу 1970 г. составила 166,2 млн. кВт.

В 1969 г. для руководства и координации деятельности всех одиннадцати объединенных энергетических систем в составе Министерства энергетики и электрификации СССР на основании распоряжения Совета Министров СССР от 23 сентября 1967 г. № 2254 и приказа министра энергетики и электрификации СССР от 28 сентября 1967 г. № 185 началось создание Центрального диспетчерского управления Единой энергетической системы Советского Союза (ЦДУ ЕЭС СССР). Позже в него вошло Оперативно-диспетчерское управление энергообъединениями и энергосистемами европейской части страны со всеми оперативно-режимными службами. 11 марта 1969 г. министром были утверждены положения о ЦДУ ЕЭС СССР.

Формирование ЦДУ ЕЭС СССР было поручено назначенному главным инженером управления Г.А. Черне совместно с заместителями В.А. Семеновым, С.А. Соваловым, В.Г. Орновым и другими специалистами управления. Ими были разработаны и осуществлены мероприятия по развитию автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) ЕЭС СССР. Таким образом, ЦДУ ЕЭС СССР было в основном сформировано как производственная единица. Руководящий состав управления включал главного диспетчера — заместителя начальника ЦДУ ЕЭС СССР В.Т. Калиту, заместителя начальника управления А.Г. Подкоху, затем М.В. Сверчкова; заместителей главного инженера С.А. Совалова и



Зам. начальника ДС В.Н. Михайлов, старший диспетчер
В.Ф. Шинкарев, зам. начальника ДС Б.И. Диалектов, 1972 г.

В.А. Семенова; начальников служб В.А. Степанова, П.Н. Соловьева, М.Г. Портного, Б.Д. Сюткина, М.А. Берковича, М.Н. Кондрачева, В.В. Васильченко, Г.А. Дорошенко, И.И. Батюка, А.В. Авраменко, Е.И. Бланка, В.В. Овчинникова, В.М. Бобровского, Э.В. Турского, В.Г. Орнова, У.К. Курбангалиева, Г.С. Кафтанникова, Б.Н. Былинина; начальников отделов: В.В. Анохина, К.И. Глинского, А.Н. Гурина, главного бухгалтера В.С. Сергеева.

Объединенные диспетчерские управления энергосистем в этот период возглавляли начальники и главные диспетчеры: ОДУ Северо-Запада: Ю.А. Аболин, Е.И. Петряев, М.Я. Вонсович; ОДУ Юга: М.Н. Кошелев, А.С. Гончаренко; ОДУ Северного Кавказа: Г.С. Конюшков, В.А. Клепнев; ОДУ Закавказья: К.Ф. Петриашвили, И.П. Чембурдидзе; ОДУ Средней Волги: Б.И. Пономарев, Дальнов; ОДУ Урала: Я.Г. Макушкин, Е.А. Голубин; ОДУ Сибири:



ЦДУ ОЭС, Прага, Диспетчеры:
Н.В. Степанов, П. Павлов,
Н. Кампуряну, 1984 г.



Главный инженер ЦДУ ЕЭС
А.А. Окин, 1989 г.

В.Н. Ясников, Е.В. Каменский; ОДУ Средней Азии: Я.Н. Гойхберг, Ю.В. Крашевский, Б.Д. Сюткин; ОДУ Казахстана: Ю.И. Парамонов.

Флагманом для всех ОДУ была оперативно-диспетчерская служба ЦДУ ЕЭС СССР. Коллектив этой службы во главе с В.С. Зябликовым, его заместителями Б.И. Диалектовым и В.Н. Михайловым, опытнейшими диспетчерами М.С. Володиной, В.В. Кучеровым, В.С. Маматкиным, П.И. Мирновым, А.И. Рогачевой и другими под руководством одного из старейших специалистов — главного диспетчера ЦДУ ЕЭС СССР В.Т. Калиты разработал и организовал оперативно-диспетчерское управление энергосистемами и энергообъединениями в масштабе Единой энергосистемы страны.

В 1978 г. на параллельную работу с ЕЭС присоединилась ОЭС Сибири. В этот же период было положено начало параллельной работе ЕЭС СССР и ОЭС стран — членов СЭВ. С включением в состав ЕЭС Объединенной энергосистемы Сибири было создано уникальное межгосударственное объединение энергосистем социалистических стран с установленной мощностью около 400 млн. кВт, охватывавшее территорию от Улан-Батора до Берлина.

В конце 1987 г. ЦДУ ЕЭС СССР превратилось в четко действующий оперативно-диспетчерский орган управления, охватывающий 10 ОДУ (ОЭС). В составе ЕЭС СССР параллельно работали 88 энергосистем из 102; параллельно с ОЭС работали энергосистемы стран — членов СЭВ: Болгарии, Венгрии, ГДР, Польши, Румынии и Чехословакии. Параллельно, несинхрон-

но с ЕЭС СССР (через вставку постоянного тока) работала энергосистема Финляндии. От сетей ЕЭС СССР осуществлялось также энергоснабжение потребителей ряда других стран Европы и Азии: Норвегии, Турции, Афганистана.

Конец 1986-го и 1987 г. стали для ЦДУ ЕЭС СССР, и особенно для оперативно-диспетчерского управления, периодом кадрового обновления. Во главе управления был поставлен Ф.Я. Морозов, в прошлом — главный диспетчер ОДУ Урала, затем заместитель главного диспетчера ЦДУ ЕЭС СССР, главный диспетчер и главный инженер ЦДУ ЕЭС СССР. Главным инженером ЦДУ ЕЭС СССР был назначен А.А. Окин, в прошлом заместитель начальника службы электрических режимов, заместитель главного диспетчера, главный диспетчер ЦДУ ЕЭС СССР, имевший большой опыт работы в ЦДУ стран — членов СЭВ, кандидат технических наук.

Главным диспетчером был назначен А.Ф. Бондаренко, в прошлом заместитель главного диспетчера ЦДУ ЕЭС СССР; заместителем главного диспетчера В.А. Исаев, работавший заместителем начальника оперативно-диспетчерской службы ЦДУ ЕЭС СССР и имевший опыт работы в ЦДУ стран — членов СЭВ; начальником оперативно-диспетчерской службы — Н.В. Степанов, в прошлом дежурный диспетчер ЦДУ, заместитель начальника службы перетоков в зарубежные страны, заместитель начальника оперативно-диспетчерской службы ЦДУ ЕЭС СССР, имевший опыт диспетчерской работы в ЦДУ стран — членов СЭВ; заместителем начальника оперативно-диспетчерской службы — В.И. Куклев,

имевший опыт работы дежурного диспетчера ЦДУ. В оперативно-диспетчерскую службу пришли А.Н. Никулин и В.Л. Лянсберг.

В октябре 1978 г. для повышения надежности оперативно-диспетчерского управления шестнадцатью энергосистемами Центра по указанию министра энергетики и электрификации СССР П.С. Непорожного в составе аппарата управления ЦДУ ЕЭС СССР были созданы отдельный диспетчерский пункт и оперативная группа во главе с заместителем начальника оперативно-диспетчерской службы Б.И. Диалектовым. В оперативную группу были выделены наиболее опытные и подготовленные диспетчеры: Б.Ф. Авдеев, Ю.А. Барзуков, Ф.Д. Дегтярев, В.С. Маматкин, Ю.В. Шульгин и др. К концу 1987 г. группа ОЭС Центра осуществляла оперативное управление 22 энергосистемами.



Зам. Главного диспетчера Ю.А. Барзуков, оператор Т.М. Андреева, Начальник ЦДУ ЕЭС К.С. Сторожук, старший диспетчер М.С. Володина, старший диспетчер В.И. Андреев.





В.А. Семенов
А.Н. Владимиров

Как создавалось
ЦДУ ЕЭС России

Формированию Единой энергетической системы предшествовал длительный процесс включения на параллельную работу районных энергосистем и создания их территориальных объединений — объединенных энергетических систем (ОЭС).

17 декабря 1921 г. управление объединенными государственными электрическими станциями (ОГЭС) ВСНХ РСФСР выпустило учредительные документы, которыми определялись структура и функции диспетчерского управления.

В соответствии с ними для координации всех параллельно работающих станций учреждались должности дежурных инженеров; определялся круг их обязанностей по обеспечению параллельной работы станций, экономичному распределению нагрузки между отдельными станциями и ликвидации системных аварий.

Одновременно с обеспечением параллельной работы станций получила развитие высокочастотная связь по линиям электропередачи. Первый ВЧ-канал по ЛЭП в нашей стране был создан в 1922 г. на линии 110 кВ Кашира–Москва.

В 1926 г. впервые в стране была организована диспетчерская служба Московской энергосистемы и создан первый диспетчерский щит.

К 1935 г. в СССР уже работали шесть энергосистем, в том числе Московская, Ленинградская, Донецкая и Днепровская. Создание этих энергосистем, а также организация диспетчерских пунктов в Мосэнерго и Ленэнерго (1926 г.) и Донбассэнерго (1930 г.) потребовали серьезного улучшения средств связи.

Смыкание сетей 110 кВ смежных энергосистем и энергорайонов в Центре, на Урале и на Юге европейской части страны началось в 30-х годах прошлого века. В те годы основная системообразующая сеть работала на напряжении 110 кВ. В 1933 г. была введена в работу первая в СССР линия напряжением 220 кВ.

В 1932 г. был создан диспетчерский пункт для оперативного управления параллельно работающими электростанциями Урала при «Уралэнерго».

К 1937 г. электрические сети 110 кВ протянулись вдоль всего Уральского хребта от Соликамска до Магнитогорска.

В 1940 г., после завершения строительства линии электропередачи 220 кВ Днепр–Донбасс на параллельную работу были соединены две крупнейшие энергосистемы Юга, а образованное ранее Бюро Южной энергосистемы было преобразовано в Объединенное диспетчерское управление (ОДУ Юга) с единой диспетчерской службой.

Великая Отечественная война замедлила процесс объединения энергосистем. Перебазирование промышленности на восток обусловило быстрое развитие энергетики Урала, Западной Сибири, Поволжья и других районов. Основной энергетической базой страны стал Урал. В 1942 г. Уральская энергосистема была разделена на Свердловскую, Челябинскую и Пермскую.

Для оперативного руководства параллельно работающими электростанциями Урала было создано Объединенное диспетчерское управление энергосистемами Урала (ОДУ Урала). Диспетчерский пункт ОДУ был оснащен мнемосхемой сетей 110 и 35 кВ и селекторной связью с объектами; единственным имевшимся прибором был вибрационный частотомер. В начале 40-х годов сформировалась структура ОДУ, включавшая ряд служб: диспетчерскую, электрических режимов, релейную (из которой позднее выделилась служба телемеханики и связи).

В 1944 г. после освобождения оккупированных районов вновь

приступило к работе ОДУ Юга. В 1945 г. для оперативного управления тремя верхневолжскими энергосистемами Горьковской, Ивановской и Ярославской и обеспечения их параллельной работы с Московской энергосистемой было создано ОДУ Центра.

Иногда задают вопрос: Что принято считать началом формирования Единой энергосистемы? Ответ на него однозначен: включение 30 апреля 1956 г. первой цепи 400 кВ электропередачи Куйбышев–Москва и соединение на параллельную работу двух удаленных одна от другой зон европейской части страны (Центра и Средней Волги).

С появлением линий высокого напряжения началась эксплуатация первых комплексов релейной защиты и АПВ кольцевых линий 400 кВ ДФЗ–400 М, ДФЗ–400 К. Опыт эксплуатации этих устройств и рекомендации специалистов службы релейной защиты и автоматики (РЗА) из созданного впоследствии (1969 г.) ЦДУ ЕЭС СССР послужили основой для разработки новых панелей ДФЗ–401, ДФЗ–402, ДФЗ–503, АПВ–503, ДЗ–503. Служба РЗА принимала непосредственное участие в освоении этих защит.

В связи с появлением мощных линий электропередачи возникла необходимость в разработке противоаварийной автоматики межсистемных транзитов. Освоение первых комплексов противоаварийной автоматики дальних электропередач осуществлялось при вводе в эксплуатацию линии электропередачи 500 кВ Волгоград–Москва, в их создании принимали активное участие



Включение передачи 400 кВ Куйбышев – Москва состоялось !!!
Ведущий инженер Э.В. Турский, старший диспетчер В.Н. Успенский,
начальник службы режимов С.А. Совалов, начальник службы связи А.Н. Лебедев,
Главный диспетчер В.Т. Калита, начальник ОДУ К.Т. Нахапетян,
диспетчер М.Н. Власов, диспетчер Г.Ф. Крылов, 1956 г.

специалисты служб оптимизации электрических режимов (ОЭЛР) и РЗА.

При участии сотрудников ЦДУ и ВНИИЭ была создана Централизованная система автоматического регулирования частоты и мощности (ЦС АРЧМ) в ОЭС Урала и ОЭС Северо-Запада, началось освоение первых централизованных комплексов противоаварийной автоматики на базе ЭВМ на Воткинской ГЭС.

В 1973 г. на диспетчерском пункте ЦДУ ЕЭС СССР на Раушской набережной вводится в работу ЦС АРЧМ. Начинается освоение управляющих ЭВМ для автоматизации регулирования режимов в ОДУ Северо-Запада и Урала. С 1974 г. разрабатываются централизо-

ванные комплексы противоаварийной автоматики с использованием цифровых ЭВМ в качестве автоматики дозировки воздействий (АДВ). В этот же период служба РЗА принимает участие в разработке и внедрении противоаварийной автоматики в Усть-Илимском–Братском узле и в ОЭС Урала. Завершается разработка и внедрение центральной системы АРЧМ ЕЭС СССР. Внедряется ЦС АРЧМ Юга.

Началось внедрение в эксплуатацию выполненных на микроэлектронной основе устройств релейной защиты и АПВ для линий 500–750 кВ, а также новой аппаратуры телеотключения типа АНКА – АВПА.

В ЦДУ ЕЭС вводится в эксплуатацию центральная координирующая система АРЧМ ЕЭС СССР на ЭВМ «Видеотон», основным идеологом построения которой был Анатолий Николаевич Комаров. Разрабатывается и вводится в работу в ЦДУ ЕЭС координирующая система противоаварийной автоматики (КСПА) на базе ОИК.

В 1984–1988 гг. впервые были включены линии электропередачи напряжением 1150 кВ, и началось освоение устройств их релейной защиты и автоматики. Дальнейшее развитие получили комплексы ПА узлов атомных станций и связей ЕЭС СССР – ОЭС СЭВ, Центр–Юг, Центр–Средняя Волга, Средняя Волга–Урал, Урал–Казахстан, Казахстан–Сибирь. Были завершены разработка и внедрение комплексов программ автоматизированного выбора параметров настройки устройств релейной защиты на ЭВМ.

В опытную эксплуатацию были введены ЦКС АРЧМ-П ЕЭС СССР на ЭВМ ЕЭС – 1011, ЦПА ПС Итатская на ТМ – 131, УВК АДВ на ПС 750 кВ Западноукраинская на ЭВМ СМ-1; в эксплуатацию вводится ЦПА ОЭС Урала на ЭВМ ЕС – 1011. В службе релейной защиты и автоматики началось внедрение персональных ЭВМ.

В 80-х годах сформировался и коллектив службы РЗА, за долгое время совместной работы между его членами сложились не только производственные отношения, но и тесные личные контакты. Все это имело большое значение для успешного функционирования подразделения.

История службы подтверждает, что релейщиком надо родиться: у релейщика специфический образ мышления, он постоянно чувствует себя ответственным за все происходящее в электрических сетях... Человек, прошедший школу работы в РЗА, может затем работать на любой должности. Служба РЗА за время своего существования подготовила и выпустила в большую энергетику таких специалистов, как заместитель главного инженера Мосэнерго Н.В. Чернобровов, заместитель главного инженера ЦДУ ЕЭС В.А. Семенов, главный диспетчер ЦДУ ЕЭС А.Ф. Бондаренко, начальник отдела Департамента электрических сетей РАО «ЕЭС России» Н.М. Чутчев, начальник службы ЦДУ ЕЭС В.В. Овчинников, начальник департамента в РАО «ЕЭС России» С.Б. Бочков, начальник службы оптимизации электрических режимов ОДУ Центра М.М. Мартыненко,

начальник службы РЗА ОДУ Центра А.З. Федотов, заместитель начальника службы РЗА ОДУ Центра С.М. Перегудов, главный диспетчер ОДУ Центра А.В. Жуков, диспетчер ЦДУ ЕЭС А.Н. Никулин, начальник диспетчерской службы ОДУ Центра А.В. Попов, диспетчер ОДУ Центра Д.Г. Обрезков, заместитель начальника службы РЗА Октябрьских сетей Мосэнерго Л.Е. Антонов, начальник службы перспективного развития ОДУ Центра А.В. Крючков.

Объединение энергосистем европейской части страны обусловило необходимость развития централизованной системы оперативно-диспетчерского управления. В 1957 г. было принято решение о преобразовании ОДУ Центра в ОДУ ЕЭС европейской части страны, т.е. о создании более высокой ступени в иерархии оперативно-диспетчерского управления. Начальником ОДУ европейской части СССР стал К.Т. Нахапетян, главным диспетчером — В.Т. Калита, начальником диспетчерской службы — В.С. Зябликов.

На рубеже 60-х–70-х г. в связи с возросшим объемом работ служба электрических режимов разделилась на два подразделения: службу оптимизации электрических режимов и службу оптимизации энергетических режимов. Начальником службы ОЭЛР был назначен Владимир Васильевич Васильченко, его заместителем — Алексей Григорьевич Хлебников.

Сотрудники службы электрических режимов за долготлетнюю работу внесли большой вклад в создание ЕЭС, обеспечивая разработку режимов, проведение расчетов устойчивости. Совместно с

инженерами служб РЗА и ОДУ принимали активное участие в настройке комплексов ПА.

В 1995 г. служба ОЭЛР разделилась вторично, образовав одноименную службу в ОДУ Центра.

Службе часто приходится решать вопросы, требующие повышения профессионализма и расширения круга задач. Благодаря этому из нее вышли многие известные специалисты, в том числе главный инженер ЦДУ ЕЭС России А.А. Окин, заместитель главного диспетчера ЦДУ ЕЭС России В.А. Исаев, заместитель главного диспетчера ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС» В.П. Герих, начальник службы электрических режимов ОДУ Центра А.И. Маркун.

В феврале 1959 г. был проведен первый опыт соединения на параллельную работу энергосистем Центра, Средней Волги и Урала, а к 1970 г. Единая энергосистема вышла далеко за пределы Европейской части СССР: ее сети распространились на Закавказье и ряд районов Северного Казахстана и Западной Сибири. В то время в ЕЭС работали семь Объединенных энергосистем, включавших 63 районных энергосистемы. Однако три территориальных ОЭС — Казахстана, Сибири и Средней Азии — еще работали раздельно. Установленная мощность электростанций ЕЭС в конце 1970 г. достигла 104,9 млн. кВт, а всех территориальных энергообъединений страны — 142,9 млн. кВт, что составило 86% установленной мощности электростанций страны.

Значительные масштабы объединения энергосистем, а также перспективы дальнейшего развития ЕЭС



Начальник ДС В.С. Зябликов



Заместитель Главного диспетчера ЦДУ ЕЭС В.А. Исаев, 1990 г.

и образования межгосударственного объединения стран-членов СЭВ обусловили необходимость коренного совершенствования системы оперативно-диспетчерского управления и организации ее наивысшей ступени – ЦДУ ЕЭС СССР. Главным инженером ЦДУ ЕЭС СССР в 1968 г. был назначен Г.А. Черня. В 1970 г. начальником ЦДУ ЕЭС СССР и одновременно членом коллегии Минэнерго СССР был назначен К.С. Сторожук. В том же году ОДУ ЕЭС европейской части СССР было присоединено к ЦДУ ЕЭС СССР. Главным диспетчером ЦДУ ЕЭС СССР стал В.Т. Калита. В 1971 г. в должность заместителя главного инженера вступил С.А. Савалов. В дальнейшем ЦДУ ЕЭС СССР подчинялось первому заместителю министра по эксплуатации Е.И. Борисову.

В 1970 г. завершилось создание Единой энергосистемы европейской части СССР. В 1972 г. к ЕЭС СССР была присоединена ОЭС Казахстана. В этот период при активном участии В.А. Исаева была организована глубокая режимная проработка заявок на вывод оборудования в ремонт. В начале 1978 г. к ЕЭС СССР была присоединена одна из крупнейших объединенных энергосистем – ОЭС Сибири.

Таким образом, в СССР было создано одиннадцать объединенных энергосистем: Центра (1955 г.), Северо-Запада, Юга, Северного Кавказа (1957 г.), Закавказья, Средней Волги (1960 г.), Урала (1942 г.), Казахстана и Сибири (1959 г.), ОДУ Востока (1968 г.). С расширением границ Единой энергосистемы,

строительством новых электростанций и ростом электрических нагрузок потребителей назрела необходимость в координации проектных решений по развитию и усилению межсистемных электрических связей и оптимальному размещению и выдаче мощности новых электростанций. Для этих целей в ОДУ европейской части ЕЭС была создана пионерная служба перспективного развития, первым начальником которой стал Иван Петрович Симакин. Успешный опыт ее работы способствовал созданию аналогичных служб в ОДУ и в отдельных энергосистемах.

Оперативное диспетчерское управление энергетикой во всех промышленно развитых странах осуществляется по многоступенчатой схеме. Основное оборудование энергосистем, а также средства автоматического и оперативного управления (релейная защита, автоматика, связь) находятся в оперативном управлении или ведении диспетчера того или иного уровня. В оперативном управлении диспетчера находится оборудование, операции с которым требуют координации действий подчиненного оперативного персонала; такие операции производятся только по распоряжению диспетчера. В оперативном ведении диспетчера находится оборудование, состояние и режимы которого имеют значение для данного уровня управления, но не требуют координации действий персонала.

По мере развития энергетики как в СССР, так и за рубежом все в большей мере стала проявляться тенденция повышения эффективности

энергетического производства путем централизации оперативно-диспетчерского управления энергосистемами.

В 1976 г. в Китайском (ныне Китайгородском) проезде было полностью введено в строй семиэтажное здание ЦДУ ЕЭС СССР. На три четверти оно было занято новейшей техникой: устройствами телемеханики, связи, вычислительными машинами. В течение тридцати лет работы ЦДУ техника постоянно обновлялась и совершенствовалась; только оборудование диспетчерского щита полностью менялось три раза.

С того времени система диспетчерского управления обеспечивает в масштабах ЕЭС непрерывное оперативное управление режимами, удовлетворение потребности в электрической энергии и тепле, покрытие максимальных нагрузок, бесперебойность электроснабжения, надежность работы ЕЭС и объединенных энергосистем, соблюдение установленных норм качества электроэнергии, скорейшее устранение нарушений в работе.

ЦДУ ЕЭС – это организация верхнего уровня диспетчерской иерархии в оперативном управлении энергетикой России.

Для обеспечения функционирования сложной энергосистемы России, работающей в разных часовых поясах, в системе диспетчерского управления задействованы службы электрических режимов, релейной защиты и автоматики, телемеханики и связи.

Уже с первых лет работы ЦДУ ЕЭС СССР его функции были значительно расширены. В административ-

но-хозяйственное подчинение ЦДУ перешли ОДУ параллельно работающим ОЭС, ОДУ Сибири и Средней Азии, а позднее и Казахстана. ЦДУ было поручено техническое руководство эксплуатацией и развитием средств связи и телемеханики всей отрасли. Начальником службы был назначен П.Н. Соловьев, его заместителем Н.П. Красовицкий.

В 1967 г. специальным Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР одиннадцати министерствам, в том числе и Минэнерго СССР, было дано разрешение на создание собственных магистральных отраслевых сетей связи. Основу этих сетей в электроэнергетике составили кабельные линии связи, проходящие через места расположения многих диспетчерских пунктов энергосистем и энергообъединений, крупные электростанции и узловые подстанции. Создание магистральных сетей связи было начато еще в 60-х годах и ведется до сих пор. Все работы проводились под руководством и при непосредственном участии специалистов ЦДУ ЕЭС и ОДУ.

Кроме того, были созданы: служба топливных режимов, в ведение которой входит анализ обеспеченности станций топливом, во главе с С.П. Ртищевым; служба контроля режима перетоков в зарубежные страны, сотрудниками которой стали работавшие ранее в ЦДУ энергосистемы «Мир» в Праге И.А. Лытаев и В.К. Мешков; служба специальных режимов во главе с Г.С. Кафтаниковым.

В 1970 г. в ЦДУ ЕЭС была организована служба перспективного развития, в которую влились специалисты прежней службы на Раушской набережной (ОДУ ЕЭС). Начальником службы стал опытный проектировщик сибирских энергосистем Игорь Иванович Батюк. И.П. Симакин занял должность главного электрика.

Семидесятые годы стали рекордными по темпам развития ЕЭС СССР. Присоединение объединенных энергосистем Казахстана и Сибири, переход на параллельную работу с ОЭС «Мир», освоение напряжения 750 кВ – все это потребовало напряженнейшего труда служб перспективного развития ЦДУ и ОДУ. Опираясь на интеллектуальную мощь технологических оперативных служб: электрических, энергетических и гидравлических режимов, диспетчерской, релейной защиты и автоматики, телемеханики и связи, службы выбора направлений дальнейшего развития ЦДУ и ОДУ в короткий срок стали идеологами и координаторами перспективного развития, повышения надежности, устойчивости и управляемости ЕЭС и ОЭС.

В 1976 г. И.И. Батюк был назначен заместителем главного инженера ЦДУ по перспективному развитию ЕЭС, а начальником службы стал кандидат, а позднее доктор технических наук, крупный специалист по проектированию южных энергосистем ЕЭС Виктор Васильевич Ершевич. Работая в ЦДУ, а затем заместителем главного инженера института «Энергосетьпроект», он внес существенный вклад в создание и развитие ЕЭС и ее внешних связей.

С 1979 г. бессменным начальником службы перспективного развития ЦДУ ЕЭС являлся кандидат технических наук Вадим Владимирович Могирев. Получив богатый опыт работы в Сибирском отделении Академии наук СССР (РАН), он активно включился в разработку и внедрение новых НИР, техники и технологий, разработку и пересмотр научно-технической документации. Координация работ по рассмотрению и согласованию Схем развития ЕЭС и ОЭС, ТЭО, проектов и пусковых схем, разработка предложений по ликвидации «узких мест» в основной сети и других ограничений оптимальных режимов в энергосистемах стали важнейшими задачами служб перспективного развития ЦДУ, ОДУ и энергосистем.

В 1968 г. была создана группа дежурных информаторов, в задачу которой входила обработка оперативной информации о работе энергосистем и нарушениях в работе оборудования электростанций и электрических сетей. Среди ее первых сотрудников были В.П. Андрианов, В.Л. Лобахин, Н.П. Сахаров, А.Г. Абашин и художник В.П. Ильин. В 1969 г., с приходом В.М. Бобровского, в связи с расширением сферы деятельности группа была преобразована в службу оперативной информации.

Служба разрабатывала способы получения и формы выдачи оперативной технической информации, проводила анализ использования мощностей электростанций в часы максимума нагрузки. На основании этой информа-

ции планировались и осуществлялись мероприятия по уменьшению ограничений мощности, велся контроль использования различных групп оборудования ТЭС, в том числе энергоблоков 150–1200 МВт.

На основании выполняемых работниками службы инженерных расчетов разрабатывались рекомендации и указания, направленные на повышение эффективности использования высокоэкономичных групп оборудования ЕЭС и экономичности энергосистем.

Работы по автоматизации оперативно-диспетчерского управления получили развитие, начиная с 70-х годов, когда Минэнерго СССР были приняты решения о создании отраслевой автоматизированной системы управления ОАСУ «Энергия» и ее важнейшего звена автоматизированной системы диспетчерского управления (АСДУ) ЕЭС СССР.

Основные принципы автоматизации ЕЭС СССР были рассмотрены и одобрены Научным Советом ГКНТ СССР по проблеме «Энергетика и электрификация» и специальной сессией Отделения физико-технических проблем энергетики АН СССР.

Работы по созданию АСДУ ЕЭС широко развернулись в 1971 г. Они проводились в соответствии с решениями Минэнерго СССР, определившими структуру и принципы организации и очередности работ. Приказом министра П.С. Непорожного перед ЦДУ была поставлена ответственная задача — организация автоматизированной системы управления энергетической отраслью (ОАСУ) «Энергия». С развитием работ в этом

направлении были организованы службы АСДУ, ОАСУ, информационного обеспечения, руководителями которых стали, соответственно, В.А. Семенов, Е.И. Бланк, В.В. Овчинников и А.В. Авраменко. В 1972 г. В.А. Семенов был назначен заместителем главного инженера.

В 1972 г. службу АСДУ возглавил О.П. Махарадзе. Его преемником стал В.Г. Орнов, в 1973 г. возглавивший новую службу вычислительной техники оперативного управления (ВТОУ). Начальником службы АСДУ в 1973 г. был назначен Г.А. Дорошенко, которого после ухода в 1989 г. в ГВЦ Минэнерго СССР сменил В.И. Кочкарев.

Основными видами деятельности службы АСДУ были:

- разработка и реализация планов по созданию АСДУ ЕЭС, ОДУ и энергосистем, автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) электростанций и подстанций;

- проведение технической политики в оснащении подразделений Минэнерго средствами вычислительной техники (ВТ); разработка планов внедрения ВТ и автоматизированных систем управления, а также контроль над их внедрением;

- координация работ по внедрению АСДУ и ВТ в ОДУ и энергосистемах, организация обмена опытом и обучения персонала, разработка методических материалов;

- организация разработки и внедрения автоматизированных систем контроля и управления электропотреблением (АСКУЭ).

Создание АСДУ основывалось на большой творческой работе, в которой

наряду с отраслевыми научными институтами (ВНИИЭ, ВЦГТУ, Энергосетьпроект, Теплоэлектропроект, Гидропроект, БелЭНИН) участвовали подразделения АН СССР, других министерств и ведомств.

К середине 70-х годов первые очереди АСДУ были созданы во всех ОДУ и ряде крупных энергосистем. Кардинальное решение проблемы создания АСДУ стало возможным после организации в нашей стране серийного выпуска ЭВМ третьего поколения как общего назначения, так и мини-ЭВМ. Использование этой техники позволило осуществить широкую автоматизацию задач оперативного и автоматического управления энергетикой, обеспечить диспетчеров необходимой для управления информацией.

В этих работах активное участие принимали сотрудники службы АСДУ, а также специалисты других служб ЦДУ и ОДУ.

Быстрейшему созданию АСДУ в значительной степени способствовало тесное сотрудничество и дружеская взаимопомощь между ее разработчиками. Так, например, специалисты ОДУ Урала сыграли большую роль в создании АСДУ в разных регионах страны, распространяя программные комплексы, разработанные собственными силами.

В 1990 г. АСДУ функционировали в ЦДУ ЕЭС, во всех ОДУ и практически во всех энергосистемах, более 40 АСДУ функционировали в электрических сетях. Были созданы АСУТП на 190 энергоблоках и 25 электростанциях.

К концу 80-х годов АСДУ ЕЭС сформировалась в мощную иерархиче-

скую систему, объединяющую оперативные информационно-управляющие комплексы (ОИУК) диспетчерских пунктов ЦДУ, ОДУ, всех крупных энергосистем.

В середине 90-х годов начался перевод АСДУ на новую платформу. В связи с созданием федерального оптового рынка электрической энергии и мощности (ФОРЭМ) служба АСДУ развернула работу по созданию автоматизированных систем коммерческого учета электроэнергии (АСКУЭ). С этой целью в 1993–1998 гг. системами учета были централизованно оснащены свыше 500 энергообъектов. На межгосударственных перетоках России автоматизированными системами коммерческого учета оснащены все линии 110 кВ и выше. Информация с большинства этих подстанций ежедневно поступает в ЦДУ и соответствующие подразделения РАО «ЕЭС России».

Во исполнение приказа министра об организации автоматизированной системы управления энергетической отраслью (ОАСУ) «Энергия» масштабную работу развернула служба ОАСУ, которую бессменно возглавлял Е.И. Бланк. Основные виды ее деятельности были в основном аналогичны тем, которые выполняла служба АСДУ, с той разницей, что состав автоматизируемых функций организационно-экономического и технологического управления был значительно шире, а автоматизируемые структуры по сравнению с диспетчерскими подразделениями были подготовлены значительно слабее. Тем не менее служба вела в отрасли огромную, успешную

работу по созданию многоуровневых, совместимых и взаимодействующих автоматизированных систем управления, таких как: организационного управления предприятиями (АСУП), управления технологическими процессами (АСУТП), проектирования конструкторского и технологического назначения (САПР), научных исследований (АСНИ) и многих других.

Служба информационного обеспечения (СИО) на одном из больших совещаний была названа «вездесущей». Действительно, за 26 лет существования (начальник Владимир Васильевич Овчинников) службе приходилось взаимодействовать практически со всеми производственными службами и отделами ЦДУ, ОДУ, энергосистем, многими главками Минэнерго, проектными, конструкторскими, научно-исследовательскими институтами и другими организациями.

Разработка и внедрение средств и методов построения информационной базы, занимающей наряду с прочими элементами математического обеспечения центральное место в АСУ, велась в двух основных направлениях:

- создание немашинного информационного обеспечения (классификация и кодирование, организация ведения, хранения информации, язык общения пользователей с информационно-вычислительными системами, технология подготовки, сбор данных, система контроля, метод повышения достоверности и др.);
- разработка внутримашинного информационного обеспечения (архитектура информационных баз комплексов



Диспетчерский щит ОДУ Урала

задач и подсистем; система организации, управления базами данных СУБД и др.).

За годы своего существования СИО совместно со специалистами технологических служб разработала и выпустила сотни технических заданий, проектов, производственных инструкций, методических и информационных материалов и др.

В 80-х–90-х г. продолжалось обновление компьютерного парка ОИК АСДУ, внедрение современных технологий в области телекоммуникаций, реконструкция локальных вычислительных сетей, внедрение и освоение временных стандартных

программных продуктов (в том числе реляционных баз данных), перевод прикладных программ на современные операционные системы, замена устаревших средств отображения на диспетчерских пунктах.

В начале 90-х годов была проведена кардинальная модернизация диспетчерского щита ЦДУ ЕЭС России. Основными идеологами этих работ были В.Г. Орнов, А.Ф. Бондаренко, В.А. Забегалов (СТИМС) и В.В. Овчинников (служба ВТОУ). Были выполнены технические проекты развития системы сбора и передачи информации для АСДУ по всем энергообъединениям.

В 2001 г. завершился первый этап в создании единой цифровой сети связи верхнего уровня управления на базе цифровых коммутационных узлов в ЦДУ ЕЭС России и во всех ОДУ и соединения их цифровыми каналами. Эта работа выполнялась под руководством Г.И. Головинской, специалистов служб ТМиС всех ОДУ. Огромную помощь в реализации указанного проекта оказал А.А. Окин.

В середине 2002 г. завершилась модернизация диспетчерского щита, в результате которой был внедрен целый ряд принципиальных решений, в том числе установленная видеосистема. Реализация этого проекта осуществлялась под руководством и при непосредственном участии заместителя начальника службы ТМиС В.А. Забегалова.

Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров от 04 октября 1986 г. заместителем главного инженера ЦДУ д.т.н. В.А. Семенову и бывшему заместителю главного инженера к.т.н. В.Г. Орнову за разработку теории и методов управления режимами электроэнергетических систем и

их применение в автоматизированных системах диспетчерского управления была присуждена Государственная премия СССР.

Указом Президента Российской Федерации от 16 июня 1996 г. за разработку и внедрение системы оповещения о надежности и живучести Единой энергосистемы Российской Федерации В.А. Семенову, советнику генерального директора ЦДУ ЕЭС РФ, наряду с другими специалистами в этой области была присуждена Государственная премия Российской Федерации в области науки и техники.

Шли годы, исчезали государства, появлялись новые страны, менялись формы собственности в энергетике, но ЦДУ ЕЭС продолжает обеспечивать надежность ЕЭС, только теперь уже ЕЭС России.

С распадом СССР были реорганизованы объединенные энергосистемы Северо-Запада и Северного Кавказа; появились национальные энергосистемы на Украине, в Белоруссии, в Казахстане. К задачам, решаемым ЦДУ ЕЭС России, добавились вопросы обеспечения параллельной работы с энергосистемами ближнего и дальнего зарубежья.

Начавшиеся в 2001 г. процессы реформирования энергетики России, создание генерирующих компаний, сетевых и энергосбытовых компаний, внедрение рыночных взаимоотношений не обошли стороной и ЦДУ ЕЭС России. В связи с новыми задачами изменилась и структура организации.

В 2002 г. ЦДУ ЕЭС России преобразовывается в ОАО «Системный оператор – Центральное диспетчерское управление ЕЭС». Председателем Правления ОАО «СО – ЦДУ ЕЭС» назначен В.К. Паули, а после его перевода в 2005 г. в РАО «ЕЭС России»

Председателем Правления назначен Б.И. Аюев.

Основными задачами ОАО «СО – ЦДУ ЕЭС» стали:

- обеспечение надежного функционирования и развития энергетической системы Российской Федерации;
- создание условий для эффективного функционирования рынков электроэнергии (мощности);
- обеспечение соблюдения установленных технологических параметров функционирования отрасли и стандартных показателей качества электрической энергии при условии экономической эффективности;
- оперативно-диспетчерское управление и принятие мер для обеспечения исполнения обязательств субъектов электроэнергетики по договорам, заключаемым на оптовом рынке электрической энергии и розничных рынках;
- обеспечение централизованного оперативно-технологического управления ЕЭС России.

В состав Системного оператора вошли ОДУ и диспетчерские службы, выделенные из АО-Энерго, в виде региональных диспетчерских управлений (РДУ). Практически весь персонал Системного оператора имеет высшее образование по энергетическим специальностям. Специалисты ОАО «СО – ЦДУ ЕЭС» принимают непосредственное участие в работах по проектированию и развитию ЕЭС, средств релейной защиты, телемеханики. Их мнение высоко ценится и учитывается специалистами-энергетиками на всей территории бывшего СССР.

Современная система диспетчерского управления – это, в первую очередь, дружный, высококвалифицированный коллектив единомышленников. Это Энергетики!





Э.В. Турский
А.В. Рогулин

Внедрение вычислительной техники в ОДУ и ЦДУ ЕЭС

Внедрение компьютеров в энергетике явилось не данью моде, как первоначально во многих других отраслях, а логической необходимостью.

Тяжелая системная авария 1948 г., приведшая к многочасовому нарушению электроснабжения Москвы, предопределила жесткое повышение требований к расчетам потокораспределений и устойчивости, а также токов коротких замыканий.

Расчетными инструментами в это время были обычные счеты, логарифмические линейки и арифмометры «Фе-

ликс». В Мосэнерго имелась модель щита коротких замыканий, предназначенная для расчетов уставок релейных защит и др.

К моменту прихода Э.В. Турского в ОДУ Центра (1954 г.) расчеты там выполнялись вручную; для упрощения схем до минимального числа предварительно проводилось глубокое эквивалентирование. При этом результаты расчетов содержали большие погрешности.

В этой сложной ситуации выручала интуиция опытнейших режимщиков С.А. Совалова и Ю.Н. Баскакова — уникального специалиста с глубокими знаниями электротехники и математики, с великолепно развитым абстрактным мышлением. На обычном арифмометре он производил сложнейшие расчеты статической и динамической устойчивости.

Даже эквивалентирование приводило к замещению объединения схемой в 20 — 30 узлах. Решение задачи потокораспределения активной и реактивной мощности для такой схемы классическим методом контурных уравнений сводилось к решению системы уравнений по закону Кирхгофа с 40 — 60 неизвестных; при этом расчет редко удавалось довести до конца.

Э.В. Турским с помощью Ю.Н. Баскакова был разработан метод (по сути итерационный) решения задачи потокораспределения на схеме до 30 узлов. В соответствии с этим методом на эквивалентную схему интуитивно наносились потоки активной и реактивной мощности, затем путем обхода контура определялась погрешность по каждому контуру и вводились поправки ΔP и ΔQ , после чего весь процесс повторялся до получения заданной (приемлемой) погрешности. Все это

выполнялось на ватманском листе с помощью карандаша и резинки.

К середине 50-х годов в составе ОДУ Центра было уже четыре энергосистемы (Мосэнерго, Горэнерго, Ярэнерго, Ивэнерго). Создалась ситуация, при которой для обеспечения надежной работы объединения необходимо было найти какие-то устройства и методы, позволявшие производить нужные расчеты.

В ряде организаций страны развернулись работы по изготовлению расчетных моделей. Рижский опытный завод Латвэнерго готовил к выпуску расчетный стол (модель) постоянного тока. По проекту Д.И. Азарьева Энергосетьпроектком велись работы по изготовлению моделей переменного тока: для ОДУ ЕЭС в Центральном производственно-ремонтном предприятии (ЦПРП) Ленэнерго, ЦЛЭМ Мосэнерго (на 200 Гц) и по проекту И.М. Марковича (ЭНИН) — для Мосэнерго (на 400 Гц). В 1957 г., когда ОДУ ЕЭС были приобретены рижские столы постоянного тока, И.М. Марковичем совместно с С.А. Соваловым был предложен метод суперпозиции: расчет на одном столе потокораспределения активной мощности, на другом — реактивной, который давал приемлемые результаты.

Такими сложными путями решались насущные проблемы эксплуатации энергетического объединения.

В решении задач устойчивости дело обстояло еще сложнее: вся система приводилась эквивалентированием к двум генераторам, а затем осуществлялось решение с применением динамических моделей, разработанных в МЭИ, НИИПТ, ВНИИЭ.

В 1957 г. для определения параметров и характеристик энергосистемы были проведены системные испытания с использованием гидрогенераторов Рыбинской ГЭС.

Различными научно-исследовательскими институтами разрабатывалось множество аналоговых комплексов, некоторые из них использовались и в ОДУ ЕЭС. Однако они были сложны в установке и отладке на них режима, так как выставленные на блоках величины постоянно «уходили». Широкого применения аналоговые модели не получили.

Модели, точнее, столы переменного тока (200 и 400 Гц) после их наладки использовались с высокой загрузкой и довольно длительное время (около 10 лет — с 1957 по 1967 г.). Точность расчетов была вполне приемлемой, частота 200 Гц в ОДУ ЕЭС поддерживалась с помощью специального регулятора с кварцевой стабилизацией, напряжение также стабилизировалось. На этой модели перед испытаниями полуволновой электропередачи (1967 г.) были проведены расчеты, которые с небольшой погрешностью совпали с реальными величинами.

В 70-е годы стало очевидно, что усилия научно-исследовательских институтов и эксплуатационных служб энергосистем по созданию различных вычислительных устройств исчерпали себя, не помогали и крупные денежные средства, затраченные на решение этой проблемы. Решить проблемы энергетики можно было лишь с помощью использования цифровой вычислительной техники.

Усложнение задач, стоявших перед энергетиками, было обусловлено не только расширением масштаба объединенных энергосистем, возрастанием числа электростанций, подстанций, сетевых элементов и т.д., но и углублением взаимосвязей между ними, появлением новых качественных особенностей, вызванных повышением напряжения и широким внедрением средств автоматики. Увеличение объема и сложности исследований, осуществлявшихся с целью обеспечения нормального режима работы объединения, было связано с необходимостью проведения комплексного анализа, при котором вопросы надежности, экономичности и качества электроэнергии рассматриваются в их взаимосвязи. Для этого необходимо было применение сложных математических методов: математического анализа, минимизации сложных целевых функций, математической статистики, теории вероятности и др. Кроме того, для выполнения расчетов, связанных с краткосрочным (суточным) планированием режима ОЭС, и особенно для оперативной его корректировки, необходимы были вычислительные устройства, обладающие высоким быстродействием.

В 1959 г. в старинном здании на улице Грибоедова по инициативе АН СССР была созвана научно-техническая конференция по внедрению электронно-цифровой вычислительной техники (ЭЦВМ) в промышленность, на которую А.Сидоровым сотрудником ЛУМИС* (выпускником

* Лаборатория управляющих машин и систем (возглавлялась д.т.н. Бруком И.С.) выделена в 1959 г. из Энергетического научно-исследовательского института (ЭНИИ). В 1961 г. на ее базе был создан Институт электронных управляющих машин (ИНЭУМ).

МЭИ 1954 г.), были приглашены режимщики ОДУ ЕЭС европейской части СССР, в том числе и Э.В. Турский.

Следует отметить, что энергетика к этому времени уже исчерпала возможности физических моделей и очень нуждалась в каких-то более современных мощных вычислительных средствах.

ОДУ ЕЭС управляло тремя объединенными энергосистемами: Центра, Урала и Средней Волги. Большое количество генерирующих объектов, значительная протяженность электрических связей затрудняли производство режимных расчетов: экономического распределения нагрузки, установившегося режима, статистической и динамической устойчивости, токов короткого замыкания на имеющихся вычислительных средствах.

В 1960 г. в Киеве состоялось Первое Всесоюзное научно-техническое совещание по применению новой вычислительной техники при проектировании и эксплуатации энергетических систем.

Участие сотрудников ОДУ ЕЭС в этих мероприятиях положило начало применению цифровой вычислительной техники в ОДУ ЕЭС.

В 1962 г. по инициативе сотрудника ИНЭУМ В.С. Шаханова в Москве были организованы месячные курсы по подготовке инженеров-энергетиков для работы на ЭВМ.

На этих курсах обучалось 24 человека из ОДУ и энергосистем, в том числе будущий академик Ю.Н. Руденко из ОДУ Сибири, Н.Д. Кузнецов из ОДУ Урала, А.С. Гончаренко из ОДУ Юга, В.М. Максимова из Донбассэнерго, Э.В. Турский из ОДУ ЕЭС и другие.

В то время в ИНЭУМе работала ЭВМ М-2 (на радиолампах) с вводом данных на узкой бумажной ленте (16 мм) и

выводом на бумажную ленту (16 см), с оперативной памятью 256 Кб. Работа проводилась в восьмеричном и шестнадцатеричном кодах ЭВМ.

На этой ЭВМ были проведены первые расчеты установившегося режима ЕЭС для схемы в 36 узлов. Подготовка данных на перфоленту занимала два рабочих дня, расчеты при заданной (приемлемой) погрешности выполнялись за 40-50 минут, если ЭВМ не перегревалась! Это уже был успех. Позднее расчеты проводились на ЭВМ БЭСМ-2, имевшей в Вычислительном центре АН СССР, что было надежнее и быстрее.

С 1964 по 1967 г. ОДУ ЕЭС уже проводило систематические расчеты во ВНИИЭ на ЭВМ Урал-2 и Урал-4. Данные перфорировались на киноленту 36 мм, появились накопители на магнитной ленте и магнитном барабане, а в 1966 г. появились перфокарты. ЭВМ Урал-2 приобрели некоторые ОДУ и крупные энергосистемы. Программное обеспечение разрабатывалось ВНИИЭ (ВЦГТУ), ИЭД АН Украины, ЭНИН, ИНЭУМ, СибНИИЭ, НИИПТ, ЭСП и другими организациями.

В 1967 г. в ОДУ ЕЭС была демонтирована модель переменного тока и оборудован зал под установку ЭВМ. В 1968 г. была приобретена и смонтирована ЭВМ БЭСМ-4, разработанная АН СССР и изготовленная ульяновским оборонным заводом. Первоначально возникли трудности с подбором персонала для ее эксплуатации, но уже были налажены связи с различными вычислительными центрами. Из одного такого центра удалось сманить начальника машины В.М. Агуреева с двумя инже-

нерами. БЭСМ-4 отладили и быстро загрузили для работы в одну-полторы смены, что обеспечило основные нужды в расчетах и отладке математического обеспечения. После официальной сдачи БЭСМ-4 в эксплуатацию Центральное статистическое управление СССР (ЦСУ) потребовало отчетности о трехсменной загрузке ЭВМ. Существовал дефицит магнитной ленты, перфокарт, бумаги для печати (АЦПУ), красящей ленты, запчастей, но изо всех затруднительных положений находился в конце концов выход.

Вот один из примеров того, как решались подобные проблемы. БЭСМ-4 был вполне приличным компьютером, однако иногда он давал сбой из-за некачественных триодов (в стране было четыре градации элементов электроники: высшая — с военной приемкой, средняя — для промышленной продукции, низшая — для бытовой техники и «хлам» — для розничной продажи). Эту проблему вместе с проблемой загрузки в три смены решили одним махом. Третью (ночную) смену предоставляли военной организации, которая расплачивалась триодами военной приемки; взамен мы отдавали им выпаянные дефектные.

В 1968 г. Э.В. Турский возглавил созданную в ОДУ ЕЭС службу вычислительной техники. В службе появились технологи, программисты, операторы ЭВМ. Пришли сильные специалисты: В.Я. Чепига, к.т.н. Н.Н. Шелухин. Это дало возможность выполнить самый сложный расчет (программа ИЭД) схемы на 300 узлов для анализа возможности присоединения ОДУ Юга к ЕЭС по имеющимся слабым связям (110, 220 кВ). При проведении испытаний результаты идеально



ЭВМ БЭСМ-4. За пультом В.И. Агуреев

совпали с расчетными. Работа была оформлена по новой технике, и служба была награждена большой денежной премией. В июле 1969 г. ОЭС Юга и ОЭС Северного Кавказа вошли в состав Единой энергосистемы европейской части страны.

К концу 60-х годов уровень знаний инженеров службы вычислительной техники был уже так высок, что в 1969 г. группа их была откомандирована для организации вычислительного центра при диспетчерском управлении энергосистемы Египта. Кроме того, решением правительства туда же была отправлена ЭВМ Минск-22 (экспортный вариант), как самая надежная. Группу возглавил Э.В. Турский, главным

программистом был назначен В.Н. Авраменко (ИЭД Академии наук Украины). Группа проделала большую работу по переводу программного обеспечения на язык Минск-22.

В ОДУ ЕЭС службу вычислительной техники возглавил В.Я. Чепига.

В 1969 г. в состав ЕЭС европейской части вошли уже шесть территориальных объединений: Урала, Средней Волги, Северо-Запада, Центра, Юга и Северного Кавказа, в составе которых функционировали 54 энергосистемы с сетями 330, 500 и 750 кВ большой протяженности. В том же году было организовано ЦДУ ЕЭС.

В 1970 г. ОДУ ЕЭС европейской части было ликвидировано; его персонал вошел в состав ЦДУ ЕЭС. Диспетчерский пункт на Раушской набережной функционировал как пункт ЦДУ ЕЭС. Велось строительство здания ЦДУ ЕЭС в Китайгородском проезде.

В 1971–1972 гг. на Раушской набережной была введена в строй ЭВМ М-222, поскольку БЭСМ-4 уже не обеспечивала всей потребности в машинном времени.

В соответствии с проектными разработками на базе двух ЭВМ 1010В фирмы «Видеотон», установленных в аппаратной связи, начал формироваться оперативно-информационный комплекс (ОИК). Несколько инженеров прошли подготовку на заводе «Видеотон» в Венгрии. Первыми эксплуатационниками комплекса были В. Юрков и В. Тришкин.

После гибели в авиакатастрофе В.Я. Чепига начальником службы вычислительной техники стал Э.В. Турский. В 1970–1972 гг. в службу пришли сильные инженеры – специалисты по эксплуатации ЭЦМ В.К. Роцин (начальник БЭСМ-4),

Н.И. Разинков (начальник М-222), Ю. Ходасевич, Л. Жуков. Эксплуатация обеих ЭВМ была налажена с высокой степенью надежности. Персонал работал творчески: вносилось много усовершенствований, рационализаторских предложений. Н.И. Разинков сделал изобретение, позволившее вдвое увеличить память магнитного барабана. Проводились работы по внедрению новых устройств: речевого ввода, графопостроителя, дисплея и др.

Совместно с научно-исследовательскими институтами велись разработки специального математического обеспечения: расчет АЧР, вывод результатов расчетов установившегося режима на печать в виде реальной схемы сети с нанесенными потоками и напряжением в узлах и др.; осваивались языки программирования высокого уровня алгол, фортран, ПЛ и др.; большое внимание уделялось усовершенствованию системного математического обеспечения.

После ввода здания ЦДУ ЕЭС (1973 г.) была создана служба вычислительной техники оперативного управления (ВТОУ). Служба вычислительной техники получила название служба вычислительной техники и планирования режимов (ВТПР); малые машины «Видеотон» с персоналом перешли в службу ВТОУ. В новом здании на втором этаже под конференц-залом Минэнерго СССР была смонтирована и запущена ЭВМ ЕС-1040 производства ГДР. Группу эксплуатации системных программ возглавил В.М. Чурюкин, внесший значительный вклад в освоение ЕС-1040. Внедрение этой ЭВМ стало качественным скачком в развитии вычислительного комплекса.

В 1975 г в группу В.М. Чурюкина пришел выпускник МЭИ А.В. Роголин, который быстро вошел в курс дела и в 1980 г, после ухода В.М. Чурюкина, заменил его.

Объем задач службы неуклонно возрастал; возникли трудности по приему информации из территориальных ОДУ и энергосистем ОЭС Центра, встала необходимость ввода информации непосредственно в ЭВМ. Однако возможности компьютера ЕС-1040 оказались ограниченными. В 1979–1980 годах был приобретен и освоен компьютер ЕС-1055 производства ГДР, который стал оснащаться дополнительными устройствами: мультиплексором передачи данных, модемами и др.

ЕС-1055 располагал внутренней и внешней (магнитные диски, дисплеи, ленты) памятью и, значительно большим, чем ЕС-1040 быстродействием. А.В. Роголиным и сотрудниками его сектора было разработано специальное системное обеспечение для приема и передачи данных. Дисплеи были установлены в большинстве служб, а также в Совете Министров СССР и Промышленном отделе ЦК КПСС.

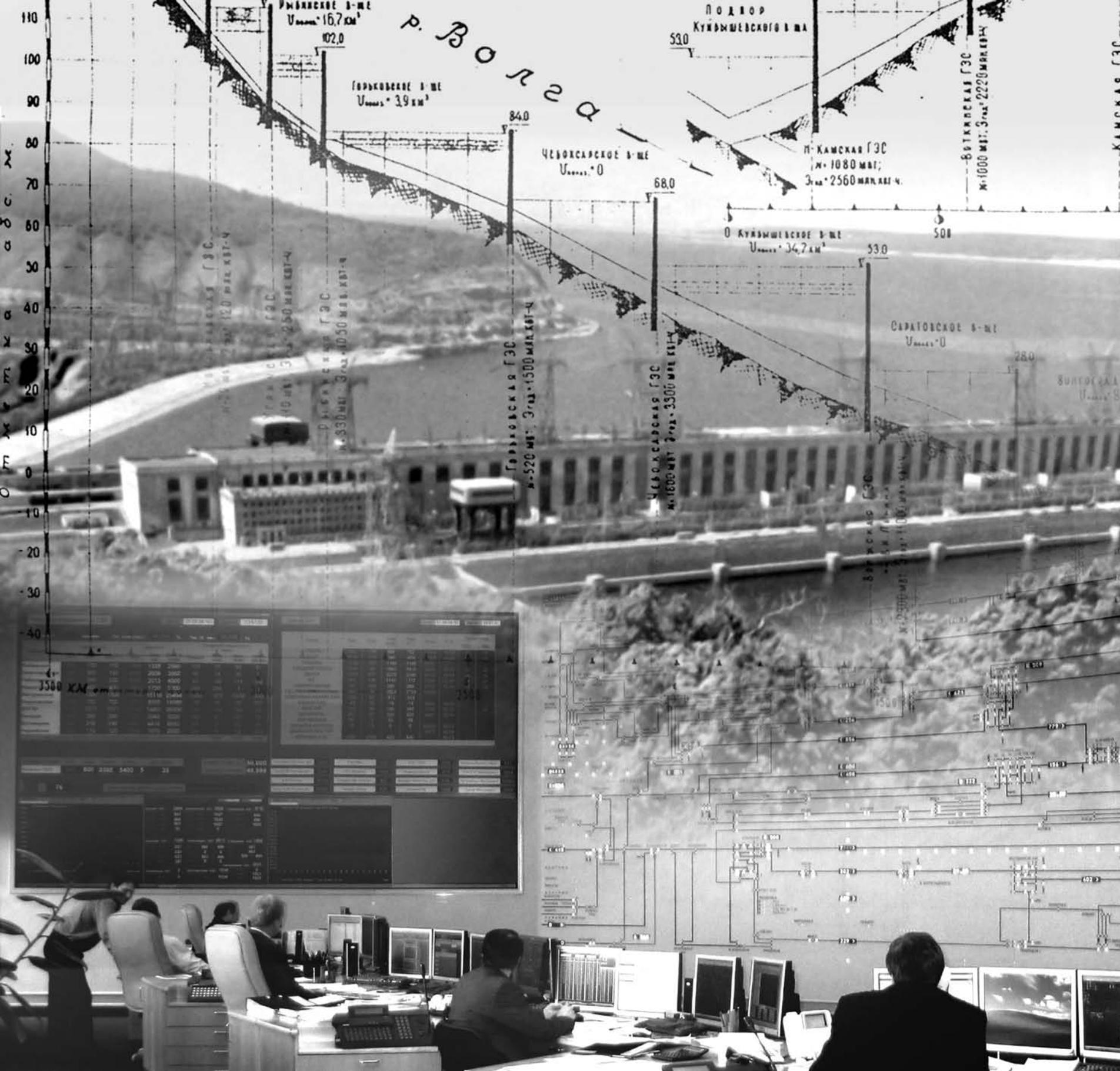
Каждое утро (в 8 ч. 00 мин.) готовилась и передавалась сводка основных показателей Единой энергосистемы. Был освоен графопостроитель производства Чехословакии, на который выводились экономические графики распределения нагрузки (прогнозируемое потребление и покрытие) по ЕЭС.

Сектором системного математического обеспечения был создан банк данных. Служба ВТПР обеспечивала решение производственных задач одиннадцати служб ЦДУ ЕЭС, в большинстве которых имелись дисплеи с выходом на компьютер (с различными приоритетами).

Приоритетными были задачи следящих служб ЦДУ ЕЭС: диспетчерской, оптимизации электрических режимов, оптимизации энергетических режимов, оптимизации гидроэнергетических режимов, релейной защиты и автоматики.

С 1986 г службой ВТПР руководил А.С. Шадский, а с 1989 г. – В.И. Рудаков. В этот же период службой математического обеспечения ЦДУ ЕЭС (начальник – Э.В. Денисенко) разрабатывалось технологическое математическое обеспечение для решения задач в новых условиях.

С появлением в 90-х годах компактных персональных компьютеров, обладающих значительно превосходящими параметрами по сравнению с первыми ЭВМ, громоздкие, требующие мощного электропитания, кондиционирования и площади компьютеры серии ЕС были демонтированы, и все задачи постепенно переведены на персональные компьютеры.



0 м
10 м
20 м
30 м
40 м
50 м
60 м
70 м
80 м
90 м
100 м
110 м

р. Волга

Рыбинское в-ме
 $U_{max} = 16,7 \text{ км}^3$

Горьковское в-ме
 $U_{max} = 3,9 \text{ км}^3$

Чероховское в-ме
 $U_{max} = 0$

Подпор
Курьшевского в-ме

Камская ГЭС
№ 1080 МВт;
 $3_{max} = 2560 \text{ млн кВт-ч}$

Буйковская ГЭС
№ 1000 МВт; $3_{max} = 2220 \text{ млн кВт-ч}$

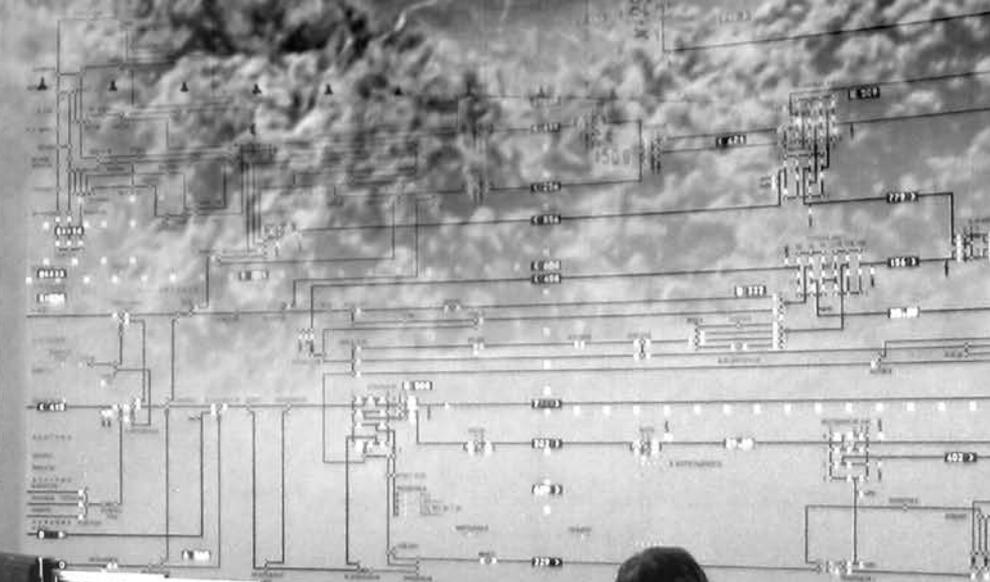
Курьшевское в-ме
 $U_{max} = 34,2 \text{ км}^3$

Саратовское в-ме
 $U_{max} = 0$

Горьковская ГЭС
№ 520 МВт; $3_{max} = 1500 \text{ млн кВт-ч}$

Чероховская ГЭС
№ 1600 МВт; $3_{max} = 3300 \text{ млн кВт-ч}$

Буйковская ГЭС
№ 1000 МВт; $3_{max} = 2220 \text{ млн кВт-ч}$



профессор Теодор Лазаревич Золотарев, а затем доценты С.Н. Никитини Д.О. Сейфулла. В 1955 г. закончилось время пребывания в аспирантуре, но защита диссертации откладывалась из-за невыполнения в срок производственно-экспериментальной мастерской МЭИ образца оптимизирующего устройства. Защитился я лишь в следующем году, уже будучи сотрудником ОДУ Центра.

В августе 1955 г. я начал работать в службе управления Центра, начальником которой был очень известный в то время ученый Соломон Абрамович Совалов. С этого момента началась моя трудовая деятельность в сфере, непосредственно связанной с полученной в институте и аспирантуре специальностью.

ОДУ Центра было организовано на втором этапе диспетчерского управления в СССР. А первым объединением было ОДУ Верхней Волги, организованное и возглавлявшееся Дарманчевым; располагалось оно на Горьковской ГРЭС. В состав объединения входили Ярославская, Костромская и Ивановская энергосистемы. В начале 50-х годов, после присоединения этих энергосистем к Московской, и образовалось ОДУ Центра, которое перевели в Москву; возглавил его Валентин Моисеевич Горнштейн.

В ОДУ Центра было много интересных людей. Сейчас осталось уже мало тех, кто знал и помнит их. Заместитель начальника службы режимов Юрий Николаевич Баскаков занимался вопросами устойчивости энергосистем и расчетом токов короткого замыкания. В то время, ни о каких ЭВМ еще не было и речи. Так вот, в этих условиях Юрий Николаевич вполне мог называться (и назывался) человеком-машиной. Когда он вел расчет, то «сливался» с обычным

ручным арифмометром. Его правая рука казалась «кругом», вращающимся то в одну, то в другую сторону, а каретка металась, как челнок ткацкого станка. Казалось, что так виртуозно владеть арифмометром невозможно, но он опровергал это. Вскоре появились арифмометры с электроприводом, но они были гораздо шумнее и вряд ли быстрее «юрочкиного».

Начальником ОДУ Центра работал Корюн Татевосович Нахапетян. Это был необычайно яркий человек. Немногие знают, что именно К.Т. Нахапетян был истинным отцом Единой энергетической системы страны. Я – живой свидетель того, с каким упорством и настойчивостью он шаг за шагом расширял ее границы на территории европейской части СССР. Можно только поражаться его организаторским способностям: за несколько лет благодаря деятельности Корюна Татевосовича к ОЭС Центра были присоединены следующие объединенные энергосистемы: ОЭС Средней Волги (с центром в Куйбышеве), ОЭС Юга (с центром в Киеве), ОЭС Урала (с центром в Свердловске), ОЭС Северо-Запада (с центром в Риге), ОЭС Северного Кавказа (с центром в Орджоникидзе), ОЭС Закавказья (с центром в Тбилиси). С объединением этих систем завершилось создание Единой энергосистемы европейской части СССР.

Костяком Единой энергосистемы страны стали крупнейшие в СССР линии электропередачи: Куйбышевская ГЭС–Москва напряжением 400 кВ (вскоре переведенная на 500 кВ); Волгоградская ГЭС –Москва 500 кВ; Волгоградская ГЭС – ОЭС Юга (Горловка) –

на постоянном токе ± 400 кВ.

Корюн Татевосович принимал деятельное участие во всех преобразованиях энергосистем и оказывал помощь в строительстве линий электропередачи.

Однажды на диспетчерском пункте ОДУ ЕЭС европейской части СССР на Раушской набережной, 14 произошел такой эпизод. В диспетчерский зал вошел начальник службы режимов Мосэнерго, доктор технических наук, профессор Исаак Моисеевич Маркович. Обговорив какие-то дела, он вдруг сказал: «Дорогие друзья! Я вижу здесь на стенах портреты. Но не вижу портрета Корюна Татевосовича». В ответ на недоуменные взгляды некоторых присутствующих заявил: «Вы думаете, я шучу. Отнюдь нет. Кто эту махину, очень полезную для страны создал! Кто? Так почему же не повесить его портрет, портрет Нахапетяна!» К сожалению его глас не был «услышан» скорее всего потому, что обстановка в стране была такая, что не положено было развешивать портреты, кроме портретов больших партийных руководителей.

И под конец небольшое отступление личного характера. Я как-то спросил Корюна Татевосовича: «А правильно ли Вас называют Корюн, ведь такое имя неизвестно, во всяком случае, в Москве? Может быть правильно Карэн?» На это он ответил: «Нет, все правильно: Корюн. Корюн, — сказал он с некоторой гордостью, — это по-армянски, львеноч, не лев, а львеноч.

О работе гидроэнергетической службы ЦДУ ЕЭС. В конце 50-х годов гидрослужба ОДУ ЕЭС Центра выделилась из службы режимов и стала самостоятельным подразделением. Вскоре после

этого ее начальником был назначен Борис Николаевич Шевелев, работавший ранее в Мосэнерго. В конце 60-х годов я был назначен заместителем начальника, а в 1980 г. начальником службы оптимизации гидроэнергетических режимов ЦДУ ЕЭС СССР. К этому времени в состав объединения дополнительно вошли ОЭС Сибири, Казахстана и Средней Азии, Дальнего Востока, что значительно увеличило объем работы службы.

В функции службы входила организация годовых, сезонных, недельных и суточных режимов всех крупных гидроэлектростанций ЕЭС (в т. ч. Волжско-Камского каскада ГЭС), Сибири, Средней Азии (в т.ч. орошения), Северного Кавказа (Чиркейская ГЭС), Закавказья (ИнгуриГЭС) и ряда других. Кроме того, служба готовила материалы и участвовала в совещаниях по комплексным режимам ГЭС: с заместителями Председателя Совета Министров СССР; заместителями Председателя Госплана СССР; заместителем заведующего Отделом сельского хозяйства и инструкторами ЦК КПСС; заместителем Председателя Совета министров РСФСР, а также с целым рядом министерств и ведомств, в частности с Минводхозом СССР, Минводхозом РСФСР, Минсельхозом СССР, Минрыбхозом СССР, Минкомхозом СССР, Минлеспромом СССР, Госснабом СССР, Госкомитетом при Совете Министров СССР по науке и технике, Минречфлотом РСФСР, Главгидрометеослужбой СССР.

Служба постоянно поддерживала научно-технические контакты с такими институтами, как Всесоюзный научно-исследовательский институт электроэнергети-

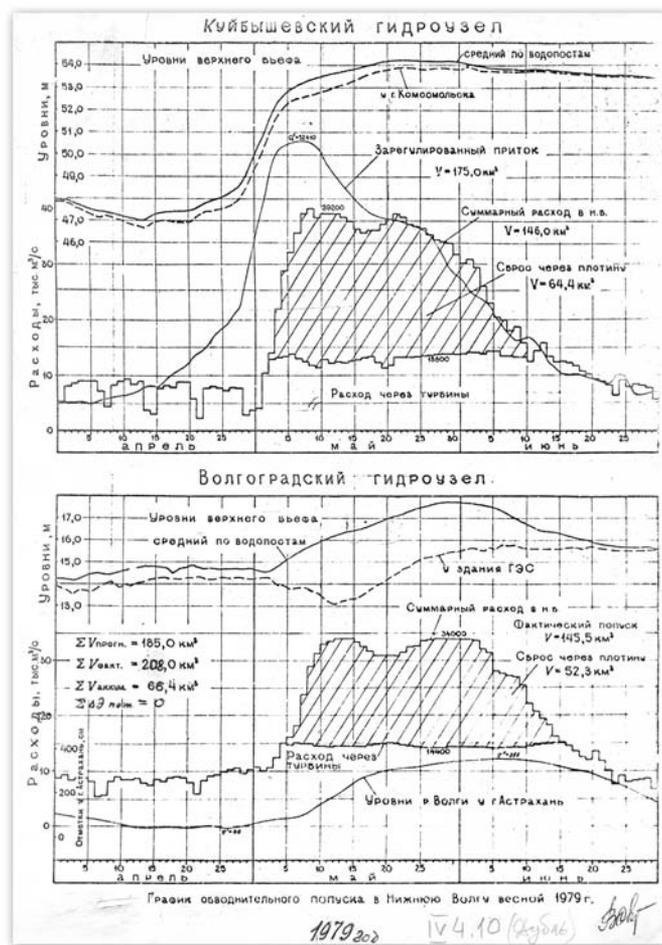


График обводнительного пуска в Нижнюю Волгу весной 1979 г.

тики (ВНИИЭ), Энергетический институт им. Г.М. Кржижановского (ЭНИН), Гидропроект, Московский энергетический институт (МЭИ), ОРГРЭС.

Мне, как начальнику службы, приходилось довольно часто и подолгу контактировать с первыми лицами Минэнерго

СССР и в качестве эксперта принимать участие в различных совещаниях вне стен министерства.

Такое обилие ответственных контактов требовало от сотрудников службы огромного напряжения и собранности.

Занимаясь оптимизацией режимов гидроэлектростанций в Единой энергосистеме, мы пользовались методом относительных приростов расхода топлива (стоимости топлива), разработанным В.М. Горнштейном. Вначале расчеты велись вручную. Нам приходилось составлять суточные графики работы ГЭС и ТЭС как типовые — сначала на рабочие сутки недели, а затем на двое-трое суток. Характеристики относительных приростов ГЭС с помощью специального коэффициента λ , который выбирался путем итерационного подбора, приводились к характеристикам относительных приростов ТЭС. Без применения ЭВМ оптимизация работы ГЭС и ТЭС была очень трудоемкой.

Начало 70-х годов ознаменовалось применением в ОДУ Единой энергосистемы европейской части СССР первых ЭВМ. Это были машины не очень высокого быстродействия «Урал-1» и «Урал-2», а также аналоговая машина. Последняя, однако, из-за неудобства ее использования не прижилась. Алгоритмы совместной наивыгоднейшей работы ГЭС и ТЭС составлялись нашей службой и лабораторией ВНИИЭ, которой руководил Евгений Васильевич Цветков, ныне доктор технических наук. Он же являлся разработчиком программ для ЭВМ. Программы реализовывались нашей службой и службой вычислительной техники ОДУ, руководимой

Эдуардом Владиславовичем Турским. Характеристики относительных приростов расхода топлива для ТЭС и ГЭС (приведенные к ТЭС) с учетом числа работающих агрегатов на каждые сутки готовились нашей службой по ГЭС и диспетчерской службой по ТЭС. Применение машинных программ позволили перейти к разработке оптимальных режимов совместной работы ГЭС и ТЭС на каждые предстоящие сутки, отказавшись от составления так называемых типовых графиков работы ЕЭС.

Впоследствии в содружестве с ВНИИЭ был разработан и внедрен ряд машинных программ для оптимизации работы в период половодья гидроэлектростанций Волжско-Камского каскада, а также программ корректировки текущих суточных режимов ГЭС и ТЭС в случае изменения погодных условий и связанных с этим изменением суточных графиков нагрузки Единой энергосистемы. Однако из-за сложной конфигурации характеристик относительных приростов эти программы вводились в ЭВМ в несколько стилизованном виде, иначе не удавалось решить задачу оптимизации за 3–4 часа, а именно столько времени необходимо было для составления оптимизированного режима ЕЭС на предстоящие сутки. Остальное время уходило на апробацию и передачу данных оптимизации всем входящим в состав ЕЭС диспетчерским управлениям, отдельным крупным гидро- и теплостанциям, а также на составление графиков нагрузки электростанций на местах.

Примером подобной работы является оптимизация режима пуска половодья через гидроузлы Волжско-Камского каскада.

Это была очень сложная проблема, в гораздо большей степени, чем суточная оптимизация, затрагивающая другие министерства и ведомства, связанные с водотоком: сельское, рыбное, коммунальное хозяйства, речной транспорт.

Исходя из состояния водохранилищ на начало половодья, сроков начала половодья по створам каскада водохранилищ, прогнозируемого объема притока с его разбивкой по временным интервалам осуществлялся определенный режим пуска половодья по машинным программам с учетом интересов как энергетики, так и других отраслей народного хозяйства. Поскольку оптимальным образом учитывались интересы всех отраслей, режим был не самым удобным для энергетиков — в маловодные весны некото-



Б.Н. Шевелев, В.А. Степанов – начальник и заместитель начальника Гидрослужбы и старший гидроэнергетик ОДУ ЕЭС европейской части СССР, 1960 г.

рые водохранилища Волжско-Камского каскада к концу половодья оказывались не заполненными до подпорного уровня (НПУ), но с этим обстоятельством приходилось мириться.

Кроме ВНИИЭ, в разработку оптимизации весенних режимов попусков воды через гидроузлы Волжско-Камского каскада большой вклад внес отдел ЭНИНа, руководимый доктором технических наук Станиславом Борисовичем Елаховским, к великому сожалению, безвременно ушедшим от нас.

Графики весенних попусков воды, составленные в ОДУ ЕЭС, на основе программ, разработанных ВНИИЭ и ЭНИНом, а затем в ЦДУ ЕЭС СССР, рассматривались на совместных заседаниях с Минводхозом РСФСР и Минводхозом СССР, другими заинтересованными министерствами. В экстремальных ситуациях они выносились на рассмотрение в Совет Министров СССР. График попусков воды через гидроузлы рассматривался, корректировался (или не корректировался) и уже потом неукоснительно выполнялся.

Наряду с задачами оптимизации режимов совместной работы ГЭС и ТЭС в Единой энергосистеме служба оптимизации гидроэнергетических режимов решала множество других задач. Вот только одна из них. В 70-е и 80-е годы в СССР строились крупные гидроэлектростанции, такие как: Чиркейская ГЭС в Дагестане с установленной мощностью 1000 МВт на четырех агрегатах, максимальным напором 212 м, с сезонным регулированием стока; Токтогульская ГЭС в Киргизии с установленной мощностью 1200 МВт на четырех агрегатах, максимальным напором 180 м, с многолетним регулированием стока; Ингури ГЭС в

Грузии с установленной мощностью 1300 МВт на пяти агрегатах, максимальным напором 410 м, с сезонным регулированием стока; Нурекская ГЭС в Таджикистане с установленной мощностью 2700 МВт на девяти агрегатах, с максимальным напором 275 м, с сезонным регулированием стока.

Строительство этих ГЭС было связано с огромными капиталовложениями. Высоконапорные гидроузлы строились в горных районах, подъезд транспорта к ним осуществлялся через протяженные туннели большого сечения. Так, например, на Нурекском гидроузле скальные выработки для транспортных туннелей высотой около 7 метров и шириной, позволяющей разъехаться двум 40-тонным самосвалам, суммарно составили несколько десятков километров в длину. В связи с трудоемкостью работ, а также по ряду других причин сроки окончания строительства неоднократно переносились на более позднее время. Такие сбои в свою очередь приводили к необходимости иногда по несколько раз корректировать наполнение водохранилищ. Кроме того, запланированный график наполнения водохранилищ, которые имели большую полезную емкость, являясь водохранилищами сезонного или многолетнего регулирования, нарушали маловодные годы.

Важно было учитывать и то, что водные ресурсы упомянутых водохранилищ, особенно Токтогульского, используемого помимо энергетики для орошения полей хлопчатника, предназначались для комплексного использования. В связи с этим вопросы режима попусков в нижний бьеф Токтогульской ГЭС приходилось согласовывать с Минводхозом СССР и руководством республик Средней Азии. Со

стороны Министерства энергетики и электрификации СССР решение указанных вопросов поручалось службе оптимизации гидроэнергетических режимов ЦДУ ЕЭС СССР. Служба давала свои предложения; окончательные же решения по режимам попусков воды нередко принимались на месте с участием представителей министерства энергетики во главе с заместителем министра.

Попутно отмечу, что Совмином СССР Минводхозу было дано право фактически диктовать размеры попусков воды через Токтогульский гидроузел, а также величины отборов воды из Сыр-Дарьи на нужды сельскохозяйственного производства. Это в конечном итоге привело к обмелению и последующему высыханию Аральского моря, то есть экологической катастрофе, сопровождаемой такими явлениями, как обширные соляно-песчаные бури в районах, прилегающих к бывшему морю, изменение климата, и т.п.

Несколько проще принимались решения по наполнению водохранилищ в период строительства остальных трех из четырех упомянутых гидроузлов, но и здесь дело доходило до рассмотрения проблемы у заместителя Председателя Совета Министров СССР. Предложения водных режимов по ним также готовила служба оптимизации гидроэнергетических режимов ЦДУ ЕЭС.

Для иллюстрации характера моей практической деятельности в области защиты интересов Министерства энергетики и электрификации СССР приведу несколько острых эпизодов, описывающих взаимодействие с внешними вышестоящими организациями: Госпланом СССР,

Минводхозом СССР, Советом Министров СССР, аппаратом ЦК КПСС и др.

Пример взаимодействия с Госпланом СССР относится к маловодному 1973 г. Я должен был доложить заместителю Председателя Госплана СССР Артему Андреевичу Троицкому, имеющему ранг министра СССР, ситуацию в области гидроресурсов на конец текущего года. Перед посещением Госплана меня для проверки подготовленности вопроса о снижении выработки электроэнергии на гидроэлектростанциях страны по сравнению с первоначальным планом вызвал первый заместитель министра Егор Иванович Борисов. Я доложил ему, что годовая недовыработка ГЭС с разбивкой по главам министерства составит 14,5 млрд. кВт·ч. Дальше ситуация развивалась следующим образом. Борисов Е.И.: «А ты скажи мне разбивку по каскадам ГЭС». Степанов В.А.: «Это, Егор Иванович, для Госплана не требуется, он рассматривает разбивку по Главкам». Борисов Е.И.: «Нет, ты давай мне разбивку по каскадам ГЭС». На заседании присутствовал главный инженер ЦДУ ЕЭС СССР Г.А. Черня, в его руках был калькулятор. Все, включая меня, судорожно начали считать — что же будет по каскадам? В результате спешки ничего не вышло, так как такой пересчет требовал большого внимания и значительного количества времени. «Что же делать?» — воскликнул Егор Иванович. Я ему сказал, что материал подготовлен правильно, на что он прямо-таки рассердился: «Так, может быть, кого-нибудь другого пошлем в Госплан?» — «Не беспокойтесь, Егор Иванович, все будет в порядке...» Пришел в Госплан, сначала посетил подотдел производства электроэнергии. Там согласились на снятие



Руководители ЦДУ ЕЭС СССР (слева направо):
Г.А. Черня, К.С. Старожук, В.Т. Калита, С.А. Совалов, М.А. Беркович.

производства электроэнергии с гидро-электростанций страны на 1973 г. на 13 млрд. кВт·ч Я звоню Г.А. Черне: «Подотдел согласен принять снижение выработки электроэнергии ГЭС на 1973 г. на 13 млрд. кВт·ч». Г.А. Черня тут же звонит Е.И. Борисову (я слышу разговор): «Егор Иванович, мы сняли с плана 13 млрд. кВт·ч!». Из подотдела двинулись к А.А. Троицкому. Первое его обращение ко мне было: «Посмотрим, за что Вы деньги получаете!» Это меня несколько покорило. В ответ я ему сказал, что работники из его подотдела мое предложение о снижении годовой выработки электроэнергии полностью принять не хотят. «Посмотрим», — сказал А.А. Троицкий. Посмотрели, послушали мои доводы, в результате чего он принял решение о снятии дополнительно еще 1 млрд. кВт·ч Я снова звоню Г.А. Черне с докладом об окончательных результатах работы на совещании. Черня снова звонит Е.И. Борисову: «Егор Иванович, мы сняли

14 млрд. кВт·ч из 14, 5 млрд. кВт·ч!» Как потом я выяснил, и Г.А. Черня, и Е.И. Борисов назвали этот результат большой победой!

Это была первая встреча с А.А. Троицким. Впоследствии мы неоднократно встречались по служебным делам. Но он уже больше никогда не задавал сакраментального вопроса о моем заработке.

Другой эпизод произошел в конце зимы 1974 г. в очень «голодный» энергетический период, явившийся следствием уже упомянутого крайне маловодного 1973 г. на Волжско-Камском каскаде ГЭС.

В один из вечеров телефонный звонок домой. Звонит заместитель министра Юстинас Мотеяус Некрашас: «Слушай, завтра приди на работу пораньше и подготовь для Госплана справку о возможно максимальной выработке электроэнергии ГЭС Волжско-Камского каскада до начала половодья. Троицкий А.А. с сотрудниками готовят докладную в Совмин СССР по этому вопросу».

Пришел в ЦДУ в седьмом часу утра. И, прежде чем приняться за расчеты, подумал о том, что надо обо всей ситуации доложить начальнику ЦДУ Константину Сергеевичу Старожуку. Но поскольку данных расчета еще не было, решил доложить, когда все будет подготовлено. А когда данные для доклада были готовы, оказалось, что уже поздно: в этот день с утра в ЦДУ приехал А.Н. Косыгин. Проводил встречу министр П.С. Непорожний, и в его команде обязательным участником был К.С. Старожук. Так как в Госплане СССР меня ждали к 9 часам утра, я подумал, что с предварительным докладом дело лопнуло, и придется идти в Госплан одному и ответственность за

результаты расчетов брать на себя. Явился без опоздания. Доложил ситуацию. Троицкий с моими выкладками согласился. Пошли в какой-то кабинет, в котором сидели за столом 6–7 не знакомых мне людей с готовыми текстами проекта доклада в Совмин СССР и с нетерпением ожидали результата моих расчетов. Троицкий откомендовал меня как эксперта Минэнерго СССР. Я сообщил о величине выработки электроэнергии ГЭС каскада за короткий период — до наступления половодья 1974 г. И все эти люди синхронно задвигали перьями, вставляя эту цифру в нужное место проекта доклада. Может быть, я наивный человек, может быть, не понимал серьезности положения (что вряд ли), но 300 млн. кВт·ч — это, по-моему, не величина для европейской части СССР, а именно эти 300 млн. кВт·ч, по их мнению, могли спасти энергоснабжение этой части Союза. На этом первая часть эпизода закончилась.

А часть вторая закончилась в следующем. Днем в кабинет главного диспетчера ЦДУ В.Т.Калиты меня вызвал К.С. Сторожук. В кабинете присутствовало по какому-то не известному мне поводу больше 20 человек — от инженера до главного диспетчера. И вдруг Константин Сергеевич в жестком тоне начинает мне выговаривать, чего я никак не ожидал: «Вы там со своим Некрашасом, Владислав Александрович, делайте что хотите. Но мне-то Вы обязаны были доложить о своих действиях, о хождении в Госплан, я должен был знать об этом. Может быть, и, скорей всего, я согласился бы с Вашими цифрами, но я должен был быть в курсе дела». И добавил: «Вы изволили унести расчеты по выработке электроэнергии всех ГЭС в Госплан, а мы остались

здесь без каких-либо данных. Я даю Вам указание в подобных случаях оставлять копии всех материалов, которые Вы уносите с собой». А ведь страшно подумать: это материалы, в основном, таблицы чисел на 10 страницах, переписать которые времени не было, а копировальная служба еще не работала. Я пытался объяснить обстановку: указание Ю.М. Некрашаса, визит А.Н. Косыгина, но все было напрасно — Константин Сергеевич не хотел меня слушать.

К.С. Сторожук: «С Вами все, идите, работайте». Я был уверен, что с Константином Сергеевичем случилось что-то неприятное, иначе бы он со мной так не разговаривал. Между нами, осмелюсь сказать, всегда существовало



А.Н. Косыгин, П.С. Непорожний



К.С. Сторожук

взаимное уважение. Я уважал его за трезвость ума, бережливое отношение к сотрудникам, объективность и многие другие положительные качества. До сих пор чту память о нем и вспоминаю как начальника-друга. И этот эпизод расцениваю как «выпускание пара».

Мне кажется, что при посещении ЦДУ А.Н. Косыгину что-то могло не понравиться в Константине Сергеевиче. Впоследствии К.С. Сторожук был отстранен от должности начальника ЦДУ ЕЭС СССР и назначен начальником Госинспекции по эксплуатации электростанций и сетей. А ведь это был лучший из всех четырех начальников ЦДУ ЕЭС СССР, сменившихся за 18 лет, что я работал здесь до ухода на пенсию в 1988 г. Увольнение Константина Сергеевича я считаю вопиющей несправедливостью.

Третий эпизод касается моей встречи с заместителем Председателя Совета Министров СССР Зией Нуриевичем Нуриевым и несколькими министрами СССР.

В конце весны 1973 г. раздался звонок из Управления делами нашего министра: «Владислав Александрович! Вам надо срочно ехать в Кремль к Нуриеву! Там очень крупное совещание, Вам надо быть к 10 часам. Егор Иванович уже там». Я спрашиваю, какая тема совещания, и как я успею к десяти, если сейчас без семи минут десять. В ответ слышу: «К сожалению, мы не знаем темы, а машина у Вашего подъезда». У меня, конечно, не было кремлевского пропуска. Значит необходимо пройти процедуру его получения и миновать три поста очень внимательной охраны. Наконец подхожу к приемной З.Н. Нуриева. Навстречу бежит секретарь, распаивает передо мной дверь кабинета: «Скорее, скорее!» А в стометровом

кабинете сидит человек пятьдесят. Вижу Е.И. Борисова, который держит около себя незанятый пудовый стул: «Садись скорее и вооружай меня». Я спрашиваю: «А какой вопрос?» — «Я не знаю!» — отвечает Борисов. Думаю: «Ничего себе, подготовочка! Хорошо, что я взял с собой комплекты документов по четырем «жареным» темам». И угадал: по первым словам З.Н. Нуриева я понял, что речь пойдет о завершающей фазе пуска воды в Нижнюю Волгу. Цель — напоить очень обширные бахчевые культуры. Водные запасы в водохранилищах каскада были весьма скудными. Однако Минсельхоз СССР, Минводхоз СССР, Минрыбхоз СССР и другие министерства, а также астраханские партийные органы требовали добавить два кубических километра к запланированному и утвержденному ранее графику. Между министрами или их первыми заместителями разгорелся горячий спор, продлившийся два часа. З.Н. Нуриеву этот спор в конце концов надоел и он заявил: «Договоритесь между собой и через два дня приходите ко мне с согласованным решением». Присутствующие руководители министерств и ведомств стали собираться уходить. Я же поднялся, удивленно посмотрел на этих людей и громко сказал: «Зия Нуриевич, вопрос пуска нужно решать в течение не двух дней, а в течение двух часов, так как если не уменьшать пуск воды через Волгоградскую ГЭС (а по утвержденному графику он должен быть уменьшен сегодня), то уже ничего нельзя будет предпринять, «поезд уйдет!»». З.Н. Нуриев обвел всех взглядом: «Он правильно говорит?» Все ответили: «Правильно». З.Н. Нуриев: «Так куда же вы пошли? Срочно организуем из экспертов

министерств комиссию, которая должна выработать согласованное решение», — сказал заместитель председателя Совмина.

Комиссия состояла из 8–10 экспертов, в том числе и меня. Заседание затянулось надолго. Девушки в кокошниках неоднократно приносили нам чай с кремлевскими баранками и бутербродами. Кто-то сказал: «Ну, не будут гореть лампочки — не пронесем же мы арбуз или селедку мимо рта!» Тут-то меня взорвало, и я прочитал моим коллегам лекцию о том, что без электроэнергии дело будет обстоять намного серьезнее, чем они думают.

Я сказал следующее: «Представьте, что на дворе зима. Что из этого следует:

- в три–четыре часа дня вы должны заканчивать работу, так как уже темно;

- вышли на улицу — темно как во время войны в затемненных городах — ни зги не видно;

- идти домой надо пешком, так как ни один вид транспорта не работает, в том числе и бензиновый;

- прошагав энное число километров, с трудом находите свой дом;

- если вы живете на первом этаже — это хорошо, а если на 17-м или на 22-м, лифты ведь не работают, вы сами понимаете, что на следующий день вам не захочется идти на работу;

- думаете, что дома вас ждет тепло. Дома так же тепло, как на улице: горячую воду вы не получите, так же, как холодную: не забудьте, что воду к вашему дому и на этажи доставляют электронасосы;

- ваши холодильники не работают, да, впрочем, они и не нужны;

- вам захотелось в туалет — и не мечтайте, нетрудно представить ситуацию, если там даже 3–5 градусов, а то и

минус 20 градусов по Цельсию, причем в течение нескольких дней;

- есть придется мороженые продукты или ехать на дачу, в деревню, где есть дрова; даже помыть руки, и то проблема, а душ — вообще из области фантастики;

- спать будете в тулупах, накрывшись всеми имеющимися в вашем доме одеялами.

Могу продолжать, но я думаю, что вопрос не только в арбузе или селедке, которые вы не пронесете мимо рта, тут вопрос жизни».

Чем дольше я говорил, на лицах моих слушателей проступало удивление. В итоге они поняли серьезность обстановки и комиссия единодушно решила: воздержаться от дополнительного попуска воды через Волгоградскую ГЭС.

В 20 часов З.Н. Нуриев вновь собрал в своем кабинете всех министров. Совещались всего минут 10–15. Министры были, видимо, вынуждены согласиться с единодушным мнением своих экспертов.

Когда все вышли из кабинета Нуриева, я спросил Егора Ивановича, чем же все-таки закончилось совещание. И он мне ответил: «Он (Нуриев) так на меня смотрел, так смотрел, что я не мог не уступить из двух кубометров попуска один кубометр». Итак, мои труды были оценены только наполовину, а Егор Иванович, по-видимому, был очень доволен тем, что вопрос решен, «исчерпан». Будучи в хорошем настроении он предложил мне пешую прогулку от Кремля до министерства. В здание министерства мы вошли через вход во дворе, попав из лифта сразу на третий этаж, на «чистую» половину. И тут заместитель министра был до крайности возмущен: в длинном коридоре было светло как в



Схема Волжско-Камского каскада

солнечный день, и он, вспоминая черта, по пути движения стал гасить светильники, оставляя только аварийное освещение. Придя в его кабинет, мы составили тексты указаний на три нижеволжские ГЭС об изменении режима попусков воды в соответствии с принятым у Нуриева решением; Егор Иванович их подписал, я пошел к дежурному диспетчеру ЦДУ с тем, чтобы он передал эти указания на места. И что же я увидел: вахтер двигался по коридору с употреблением уже мата и включал все, что было отключено Егором Ивановичем 20 мин. назад. Таким образом, он восстанавливал порядок — это входило в его обязанности.

Кстати, на совещании у З.Н. Нуриева присутствовал начальник Главного управления гидрометеослужбы акаде-

мик Е.К. Федоров — один из четверки И.Д. Папанина, покорившей Северный полюс. Как уже отмечалось, 1973 г. был маловодным, однако прогноз не предупреждал об этом. В связи с этим З.Н. Нуриев буквально набросился на академика: «Мы Вам помогаем, даем спутники Земли, а Вы нам — никудышные прогнозы водности!» Через некоторое время Герой Советского Союза академик Е.К. Федоров был отстранен от руководства ГУГМС, а его главой был назначен Юрий Антониевич Израэль.

Четвертый эпизод относится ко второй половине 80-х годов. Представители ЦДУ ЕЭС СССР, в том числе и я, были приглашены к первому заместителю Председателя Госплана СССР Петру Андреевичу Паскарю, ведающему вопросами сельского хозяйства. Вопрос касался использования суммарного годового объема водохранилищ Волжско-Камского каскада. Его проектный объем сработки равняется (от НПУ до ГМО) 76 куб. км. И вот кто-то без предварительных расчетов предложил эту величину сократить до 50 куб. км. Я думаю, что это предложение исходило от Минводхоза СССР, Минсельхоза СССР и Минрыбхоза СССР. Это приводило бы к ежегодной более высокой отметке сработки водохранилищ, гарантировало бы улучшение ситуации для весенних рыбохозяйственных и сельскохозяйственных попусков воды в Нижнюю Волгу. Однако в условиях весеннего многоводья оно повлекло бы за собой излишние холостые сбросы вод, что, в свою очередь, привело бы к высоким форсировкам уровней воды в верхних бьефах гидроузлов и к экстремальным затоплениям в нижних бьефах водозаборов, населенных пунктах и т.д.

Кроме того, уменьшение объема сработки водохранилищ привело бы к недопустимому снижению выработки электроэнергии ГЭС Волжско-Камского каскада, а именно: от проектной величины 37900 млн. кВт·ч до 25300 млн. кВт·ч, т.е. на одну треть млн. кВт·ч.

Заместитель начальника главка Минрыбхоза СССР в недавнем прошлом — инструктор ЦК КПСС Владимир Константинович Киселев в своем выступлении выказал такую вопиющую некомпетентность в рассматриваемом вопросе, что я, возмущенный до глубины души, сказал в своем выступлении, что он вводит совещание в заблуждение и еще несколько слов в том же роде. Меня остановил председательствующий: «Нельзя же так, Киселев все-таки ответственный работник». А Егор Иванович громко шепчет, сидя за другим столом: «Давай, давай, верно говоришь». Немного помолчали, после чего я продолжил свое критическое выступление.

На этом совещании ничего существенного по поставленному вопросу решено не было, поскольку Минэнерго категорически возразило против предложения о сокращении объемов сработки водохранилищ. Однако эта история имела продолжение. Е.И. Борисов заболел, и министр передал рассмотрение вопроса своему первому заместителю Павлу Петровичу Фалалееву. Фалалеев побывал в Совмине СССР, затем вызвал меня к себе. Кстати, П.П. Фалалеев был чуть ли не единственным человеком в Минэнерго, который мог в Совмине СССР сказать «нет». Так вот, Павел Петрович дал мне основные параметры проекта письма в Минфин СССР. В нем ничего не говорилось о

регулярном сокращении сработки водохранилищ, а заканчивалось письмо словами: «В экстремальных маловодных условиях сработка водохранилищ рассматривается Советом Министров СССР особо». П.П. Фалалеев одобрил текст письма и снова отправился в Совмин. Вернулся он уже в хорошем расположении духа: получил «добро».

В каком состоянии находится эта проблема сейчас, я не могу сказать; думаю, что в подвешенном состоянии.

В пятом эпизоде — эпизодище, я опишу скандальную ситуацию, произошедшую на Братском водохранилище в одну из зим



Служба оптимизации гидроэнергетических режимов ЦДУ ЕЭС СССР.
Слева направо. Второй ряд: Н.В. Лелюхин, В.А. Степанов, О.М. Канарейкин, А.К. Руднев,
М.В. Панфилова; Первый ряд: Л.С. Долгая, Г.Т. Замрий, З.Г. Владимирцева, 1983 г.



В.Т. Калита, П.С. Непорожный и др.

конца 80-х годов. Из-за дефицита электроэнергии в ОЭС Сибири в том и в предыдущих годах, а также из-за маловодья происходила интенсивная сработка Братского водохранилища; в середине зимы уровень его достиг предельно низкой (проектной) отметки – ГМО. Полезный объем Братского водохранилища – 48,2 куб. км был сработан полностью до уровня 392,2 м. Это по существу была катастрофа и для ОЭС Сибири, и для страны в целом, поскольку суточную выработку электроэнергии Братской и Усть-Илимской ГЭС пришлось уменьшить вдвое, т.е. перевести их работу на водоток. Главное же, что ЦДУ ЕЭС СССР неоднократно предупреждало и руководство министерства и самого министра, а министр соответственно Совмин СССР о надвигающейся катастрофе. Все как будто бы понимали, что нависает над страной, но, видимо, даже мысленно стремились не придавать этому значения. Как пример: за три дня до дости-

жения отметки сработки Братского водохранилища 392,2 м А.К. Руднев, сменивший меня на посту начальника службы, на Всесоюзном ежедневном оперативном совещании Минэнерго СССР в очередной раз сообщил Егору Ивановичу Борисову об уже фактически наступившей беде. Егор Иванович посмотрел на А.К. Руднева удивленно, неверящим взглядом, и сказал: «Ты с ума сошел!»

И тут все завертелось с калейдоскопической быстротой. Совмин СССР организовал правительственную комиссию во главе с начальником ГУГМС профессором Ю.А. Израэлем. Комиссия, собрав несколько совещаний, потребовала от организаций, имеющих отношение к этой проблеме, в т.ч. и Минэнерго СССР, представить свои отчеты и предложения.

А тем временем начальник ОДУ Сибири Владимир Николаевич Ясников от безысходности положения дал своей властью указания ограничить потребление в ОЭС Сибири, и, в первую очередь, энергоемкие производства. Весь «алюминий» был ограничен максимально – лишь бы не привести его к аварийному состоянию. Сначала руководство Минэнерго СССР собиралось крепко наказать Ясникова за самоуправство, но, поразмыслив, пришлось к выводу, что он поступил решительно и правильно. Ведь не сделай Ясников этого шага, частота в ОЭС Сибири значительно упала бы, что привело бы к раскачиванию энергосистем и отделению ОЭС Сибири от ЕЭС СССР.

П.С. Непорожный собрал на совещание «своих виновников» этого инцидента. Почему-то я и А.К. Руднев пришли в кабинет министра позже других. Увидев нас, он сказал: «А, вот они главные винов-

ники, подите-ка сюда поближе, поближе!» — и пригласил жестом сесть на самые близкие к нему места. «Так, что же вы проморгали и допустили эту ситуацию?» В руках у Непорожного П.С. была так называемая «Красная книга» — увесистый том в красном коленкоре, где была сброшюрована вся переписка Минэнерго СССР с Совмином СССР по сибирскому вопросу. Я воспользовался этим моментом и сказал: «Петр Степанович, а как же Красная книга», разве этого мало, что мы могли еще сделать?"

«Значит, мало», — но это уже было сказано мягким тоном, имеющим в виду, что и другие подразделения, и руководство министерства в целом виновато в произошедшем.

Министр поручил начальнику Инспекции по эксплуатации К.С. Сторожуку официально разобраться в этом вопросе. К.С. Сторожук вызвал к себе начальника ЦДУ Е.И. Петряева, А.К. Руднева и меня. Будучи очень опытным эксплуатационником и абсолютно все понимая в сложившейся обстановке, он и посоветовал нам, как написать объяснение о случившемся.

Следует отметить, что для выхода из положения было сделано неожиданное и, по-моему, весьма гнусное предложение. Дело в том, что Ангара — это единственная река, вытекающая из озера Байкал, а втекает в него сотня средних и малых речек. У истоков озера работает Иркутская ГЭС, расположенная выше Братской ГЭС. Между озером и Иркутской ГЭС по дну Ангары пролегает скальный порог длиной 900 метров. Этот порог ограничивает вытекание воды из озера и тем самым сохраняет его уровень на определенной отметке — не ниже 455,3 м. На берегу озера стоит крупный

целлолозно-бумажный комбинат, который уже 30 лет назад в радиусе нескольких километров отравил своими сбросами воду в озере, что привело к гибели планктона на прилегающей к комбинату части озера. Несколько раз ставился вопрос о перепрофилировании комбината, но до сих пор он так и не решен положительно. Так вот, предложение состояло в том, чтобы на определенной глубине взорвать этот скальный девятисотметровый порог и выпустить часть воды из Байкала для использования ее в качестве компенсации недовыработки электроэнергии на трех ангарских ГЭС. Однако это привело бы к потере жемчужины Земли — самого глубоководного озера мира (до 1600 м) и, как следствие, практически к уничтожению всего живого в нем, т.к. площадь зеркала воды уменьшилась бы, а вредные сбросы комбината, я думаю, вряд ли бы уменьшились. Аналогичное предложение уже делалось применительно к высокогорному озеру Севан в Армении. Там вовремя отказались от первоначального проекта по сработке озера. И в случае с озером Байкал, к счастью, также отказались от предложения взорвать порог на Ангаре.

Вернусь к вопросу о работе правительственной комиссии, возглавляемой Ю.А. Израэлем. Для составления отчета Минэнерго СССР была организована группа во главе с Е.И. Борисовым; его помощниками были главный инженер проекта Братской ГЭС Герман Константинович Суханов и я. Мы начали работу втроем. Однако после второго дня работы Е.И. Борисов сказал мне, что Г.К. Суханов гнет куда-то не туда. Я ответил ему, что Г.К. Суханов ведет себя как главный инженер проекта ГЭС и, кроме того, отстаи-



Начальник ЦДУ ЕЭС СССР,
Заместитель Министра Минэнерго
Е.И. Петряев

вает честь мундира Гидропроекта; в чем-то он прав, ибо мы при эксплуатации Братской ГЭС были не правы, нарушая правила использования водных ресурсов. На следующий день Е.И. Борисов уже не пригласил к себе Суханова, и мы до конца работали вдвоем. На составление отчета ушло две недели каждодневной кропотливой работы. После окончания работы Борисов заметил: «А ведь тебе нравится работать со мной!» Что я мог ответить? Отчет был отправлен в комиссию и его данные были учтены.

Наши расчеты показывали, что в средневодных условиях и при солидных ограничениях электропотребления в ОЭС Сибири на наполнение Братского водохранилища потребуется восемь лет. Однако нам повезло: наступила серия многоводных лет и водохранилище наполнилось за 2–3 года.

В 1979 г. мне пришлось довольно тесно взаимодействовать с Отделом сельского хозяйства ЦК КПСС. Произошло это следующим образом. Весна этого года на Волжско-Камском каскаде ГЭС выдалась чрезвычайно многоводной. Если средне-многолетняя норма притока по каскаду за второй квартал составляла 156 куб. км, а прогноз давал 185 куб. км, то фактическая величина притока составила 208 куб. км. Несмотря на предпринятую т.н. срезку наибольших расходов воды через Куйбышевский и Волгоградский гидроузлы расходы через их створы достигли самых высоких значений за годы эксплуатации — соответственно 39200 м³/с при зарегулированном притоке 52410 м³/с (срезка) и 34000 м³/с. Максимальные уровни воды в водохранилищах были значительно выше нормальных подпорных уровней (НПУ): в Куйбышевском водохранилище — 53,9 м

(при НПУ — 50 м), т.е. форсировка уровня у плотин составила почти 1 метр, в Волгоградском водохранилище — 15,9 м (при НПУ 15,0 м), т.е. также почти на 1 метр. Средний же уровень по постам Волгоградского водохранилища достигал 17,8 м.

По поверхности водохранилищ плавали дачные домики и другие постройки, а в нижних бьефах гидроузлов наблюдались затопления и подтопления водозаборов и населенных пунктов. Правда, все эти неприятности были связаны с тем, что постройки сооружались с нарушениями: они находились в зонах затопления, предусмотренных техническим проектом Куйбышевского и Волгоградского гидроузлов для условий высокой водности. У Астрахани также наблюдался небывало высокий уровень воды.

Сложившаяся ситуация заставляла нас принимать очень ответственные решения по регулированию обводнительного попуска в Нижнюю Волгу. Директор Волгоградского гидроузла Виктор Яковлевич Масольд оценил эту работу как ювелирную, филигранную и достойную высокой награды.

В этой обстановке я получил указание из Управления делами министра явиться к заместителю заведующего Отделом сельского хозяйства ЦК КПСС Сергею Владимировичу Засухину для доклада о положении, сложившемся на Нижней Волге, и путях выхода из него.

Принял меня Сергей Владимирович очень вежливо и деликатно. Сказал, что не хочет говорить с министром или его замами, а хочет получить информацию от лица среднего ранга, непосредственно ведущего водный режим на Нижней Волге. Я рассказал ему о сложившейся обстановке, о том,

что мы ведем режим, стремясь учесть все обстоятельства, но чрезвычайное многоводье сильнее нас, что мы ведем режим по согласованному графику обводнительного попуска и находимся на спаде графика, а расход воды составляет 10000 м³/с. Он прекрасно понял обстановку и тем не менее попросил, а фактически приказал, чтобы к 6 июля 1979 г. расход воды в нижний бьеф Волгоградского гидроузла был снижен до 6000 м³/с. На мое замечание, что это невозможно в силу здравого смысла, он ответил: «А вы все-таки сделайте, как я сказал». Поразмыслив, я не стал упираться, имея в виду, что за 6 июля последуют 7-е, 8-е, 9-е и т.д. — т.е. указание будет выполнено, а в дальнейшем попуски можно будет снова увеличить сверх обещанных 6000 м³/с. Именно таким образом мы и провели режим.

Один штрих: во время нашей встречи в кабинет С.В. Засухина вошел министр мелиорации и водного хозяйства РСФСР Сергей Константинович Корнев и попросил принять его, на что С.В. Засухин ответил: «У меня очень важная беседа, приходи завтра».

Ситуация с многоводьем на Нижней Волге повторилась весной 1981 г. Правда, она была менее острой, чем в 1979 г.: приток воды к Волгоградскому водохранилищу составил не 208, а 194 куб. км. С.В. Засухин снова вызвал к себе начальника службы оптимизации гидроэнергетических режимов ЦДУ ЕЭС СССР А.К. Руднева и предложил резко снизить расход воды через Волгоградский гидроузел. А.К. Руднев сказал, что это физически невозможно. Тогда С.В. Засухин со словами: «А вот Ваш предшественник согласился два года назад понизить расход воды и сделал это», — достал из стола материалы с описанием встречи со мной двухлет-



В.Т. Калита и В.А. Степанов на стройке Загорской ГАЭС.

ней давности. А.К. Руднев, вспомнив мой рассказ о встрече с Засухиным С.В. в 1979 г., согласился с предложением заместителя заведующего отделом ЦК КПСС, совершив такой же кульбит, какой ранее сделал я.

Многие знают, что в сотне километров от Москвы существует Завидовский заказник, примыкающий к Ивановскому водохранилищу на Волге. Это скорее заповедник, однако он использовался как охотничье хозяйство для руководителей страны. В заказник регулярно ездили охотиться высшие партийные и хозяйственные чины, дипломатический корпус, высокие иностранные гости. В связи с этим Завидовский заказник тщательно охранялся и оберегался от присутствия посторонних. Начальником заказника был генерал!

В середине 80-х годов мне позвонили из спецотдела Минэнерго СССР и предложили приехать в аппарат ЦК КПСС по

вопросу использования водных ресурсов Ивановского водохранилища в связи с необходимостью «нормализации» работы Завидовского хозяйства. Приехал. Трое инструкторов из аппарата ЦК КПСС поставили меня в известность о том, что интенсивная сработка Ивановского водохранилища в течение зимы приводит к оттоку болотной воды, находящейся выше водохранилища и содержащей в своем составе большое количество ядовитого болотного газа — метана; в результате нехватки кислорода подо льдом гибнет рыба и другая живность. На мой вопрос, почему в течение многих десятков лет водохранилище срабатывалось с такой же интенсивностью, как и в текущем году — 8–12 см в сутки, — и никаких жалоб на заморы рыбы не было, последовало молчание. Молчал и присутствовавший начальник заказчика — генерал.

В этот момент в кабинет, где проходила наша встреча, вошел незнакомый мне высокий щеголь. С непререкаемым видом он спросил: «О чем разговор?» После объяснений он спросил меня о возможных путях выхода из сложившегося положения. Я ответил: «Я бы порекомендовал поставить на льду десяток компрессоров и качать в проруби воздух, тем самым обогащая воду кислородом». На это последовал грубый ответ: «Мы в ваших советах не нуждаемся». Меня такое поведение возмутило до глубины души: «А зачем Вы меня вызывали?» На этом практически встреча закончилась ...

Через 3–4 дня нам поступило указание, выполнение которого было поручено Минводхозу РСФСР: суточную сработку Ивановского водохранилища ограничить двумя сантиметрами. Все последующие годы

мы выполняли это указание, теряя, особенно в многоводные годы, выработку электроэнергии от недополученной воды на семи крупных ГЭС Волжского каскада.

Несколько благодарных строк в память о Петре Степановиче Непорожном. Он, видя нашу огромную работу, сам предложил подать на Государственную премию СССР, включив работников Минводхоза СССР, Института водных проблем, ЭНИНа, ВНИИЭ, Гидропроекта. Мы сообщая составили записку в четырех томах. Петр Степанович оказал нам помощь, в результате чего Председатель Комитета по Государственным премиям СССР И.С. Найшков обещал просмотреть нашу записку. На заседании Комитета все шло гладко, нашу работу одобрили, но при последующем рассмотрении обнаружилась аналогичная нашей работа Г.Г. Сванидзе. Поступило предложение Комитета: объединить эти две работы. Однако есть непреложное правило: в работе должно участвовать не более 12 человек, а нас уже было 12. Комитет, поступил стандартно: снял с рассмотрения обе работы. Этим и закончилась наша эпопея с Госпремией СССР.

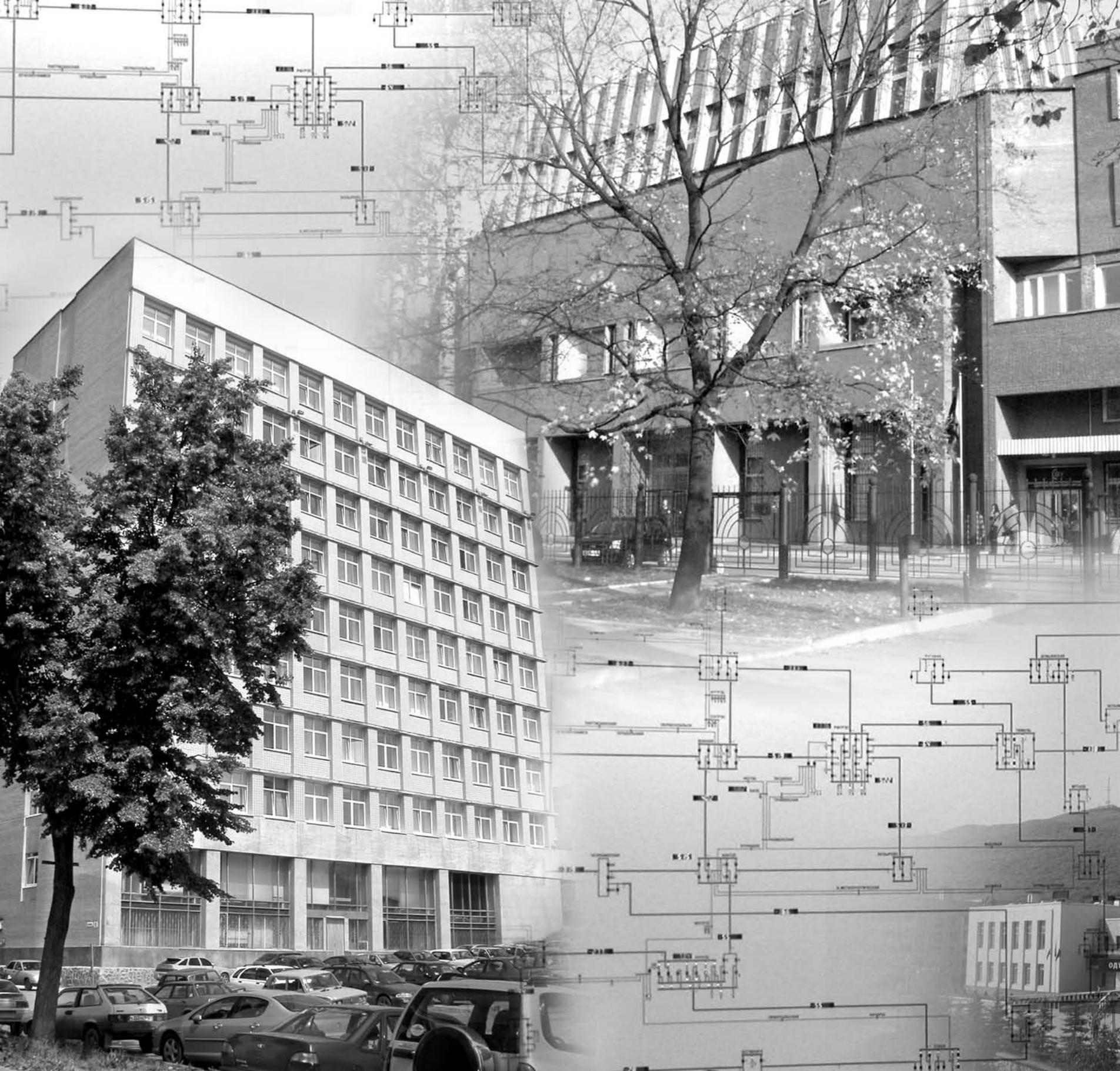
В заключение хочу поделиться мыслями об изменениях в жизни Единой энергосистемы за последние 10–12 лет. Как известно, после распада Советского Союза началось деление Единой энергосистемы СССР. От нее отпочковались три энергосистемы Прибалтики, система «Мир», энергосистемы Юга, Средней Азии, Казахстана и Закавказья. Хорошо ли это? В целом, конечно, очень плохо. Строящиеся и эксплуатируемые межсистемные электрические связи оказались ненужными и практически бесхозными.

У Закавказья с РСФСР эксплуатировались три крупные связи: это «Каспийский ход» до Чиркейской ГЭС (Азербайджан), «Черноморский ход» — связь с Грузией и построенная сравнительно недавно ЛЭП 500 кВ через Клухорский перевал Кавказского хребта, а также связь с Грузией. Через Украину шла высоковольтная связь с энергосистемой Мир, т.е. с бывшим социалистическим лагерем.

Грандиозные сети из Сибири в Центр через Казахстан — это строительство первоначально имело целью использование пиковой мощности крупных ГЭС Сибири с учетом разницы часовых поясов в Центре и Сибири. Однако позднее цель изменилась: из-за тотального дефицита в Центре не только мощности, но и энергии, потребовалось передавать не только энергию ГЭС, но и базовую энергию крупных ТЭС: Березовской, Экибастузской, Ермаковской, Гусиноозерской и Беловской.

В настоящее время некоторые из этих связей находятся в плачевном состоянии. Так, например, оборудование на связи Сибирь — Центр на отрезке, расположенном на территории Казахстана, разворачивается, в том числе и на ЛЭП напряжением 1150 кВ. Причем это делается с применением специальной техники — вышек, автотранспорта. Не лучше обстоят дела и на Украине. Там также разворачиваются провода с ЛЭП 400кВ, шедших транзитом из России в систему «Мир».

Правда, сейчас все изменилось в лучшую сторону. Радует информация о том, что руководство РАО «ЕЭС России» занимается вопросами восстановления электрических связей с некоторыми отделившимися от ЕЭС РФ объединениями и энергосистемами.





М.В. Сверчков

Из истории создания региональных объединенных диспетчерских управлений ЕЭС

В сентябре 1967 г. Совет Министров СССР, председателем которого в то время был А.Н. Косыгин, выпустил распоряжение № 2254-Р следующего содержания:

«Принять предложение Минэнерго СССР об организации в 1967 году в г. Москве в составе этого Министерства для оперативно-диспетчерского руководства работой объединенных энергетических систем

страны Центрального диспетчерского управления Единой энергетической системой СССР в пределах общей численности и фонда заработной платы работников, установленных Министерству на 1967 год.

Разрешить, в виде исключения, Минэнерго СССР строительство в г. Москве служебно-производственного здания площадью 7 тыс. кв.м для указанного диспетчерского управления и для вычислительного центра этого министерства».

Во исполнение распоряжения Совета Министров СССР министром энергетики и электрификации СССР П.С. Непорожним 28 сентября 1967 г. был издан приказ следующего содержания:

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

2. Начальникам Объединенного диспетчерского управления Единой энергетической системы Европейской части СССР т. Нахапетяну и Управления по нормированию труда и заработной платы т. Кнорре в 2-недельный срок представить предложения руководству министерства по структуре и штатам ЦДУ ЕЭС СССР.

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

После организации в 1967 г. ЦДУ ЕЭС СССР соответствующими приказами Минэнерго СССР в течение 1967–1973 гг. все региональные ОДУ (Юга, Урала, Центра (преобразовано в ОДУ ЕЭС европейской части СССР в 1957 г.), Средней Волги, Северо-Запада, Северного Кавказа, Закавказья, Сибири, Средней Азии, Казахстана и Востока) были подчинены Центральному диспетчерскому управлению.

В апреле 1971 г. меня пригласил на беседу по вопросу работы в Центральном диспетчерском управлении Единой энергосистемы СССР (ЦДУ ЕЭС СССР) начальник ЦДУ Константин Сергеевич Сторожук.

Он ознакомил меня с упомянутыми распоряжением Совета Министров СССР и приказом министра энергетики и электрификации СССР. Кроме того, Константин Сергеевич сообщил мне, что надо будет построить не только здание ЦДУ в г. Москве, но и здания зональных управляющих вычислительных центров объединенных диспетчерских управлений в городах, где они расположены.

И еще одна очень важная задача. Все эти здания должны быть связаны с энергетическими объектами и со зданием ЦДУ надежной технологической связью. Словом, он предложил мне работать в ЦДУ ЕЭС СССР в должности начальника отдела капитального строительства.

Когда я поступил на работу в ЦДУ, шла приемка-передача всех ОДУ в хозяйственное и оперативное подчинение ЦДУ ЕЭС СССР. ОДУ на местах тогда представляли собой слабо оснащенные в техническом отношении организации, размещенные на малоприспособленных для этих целей площадях. Так, например:

- ОДУ Северо-Запада в г. Риге размещалось в двух квартирах старого дома на 4-м этаже;
- ОДУ Северного Кавказа в г. Орджоникидзе размещалось на чердаке 7-этажного дома безо всяких удобств;
- 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 лучше обстояли дела и с остальными ОДУ. Чтобы решить вопрос о строительстве зданий ОДУ и оснастить их современной техникой в ЦДУ был подготовлен приказ министра энергетики и электрификации СССР от 25 октября 1971 года № 276, который определил проблему и пути решения не только строительства этих зданий, но и создания отраслевой автоматизированной системы управления.

В этом же приказе были поставлены задачи строительства системы ведомственной связи и внедрения вычислительной техники.

После выпуска приказа началось согласование вопросов строительства зданий ОДУ с местными органами.

Сложность согласования заключалась в том, что все здания ОДУ размещались в республиканских и областных центрах, а это предъявляло высокие требования к их архитектурной выразительности, присущей городу, и высокому качеству отделочных работ.

В те годы не было большого выбора материалов, а приобрести их за рубежом у нас не было валютных средств. Правда, были и исключения. В Госстрое СССР я совершенно случайно встретил своего старого товарища, с



Рига. ВЦ ОДУ Северо-Запада.
Э.В. Турский, А.Н. Максимов, И.Я. Зейдманис, Е.П. Петряев.

которым работал на строительстве 4-й очереди ТЭЦ № 12 Мосэнерго, — Пастушенко Александра Петровича. Он работал помощником у заместителя председателя Госстроя.

Я рассказал, что занимаюсь строительством зданий ОДУ, но трудно с отделочными и облицовочными материалами и привел пример по зданию в г. Риге. Здание должно быть построено на проспекте Ленина — это центральная улица Риги. Запроектированные железобетонные стеновые панели выглядят очень плохо.

Александр Петрович сказал, что у шефа сейчас находится министр строительства ГДР.



Главный диспетчер ЦДУ ЕЭС
В.Т. Калита

Он привез предложения – в счет долгов перед СССР предлагает поставить стеклометаллические конструкции для автобусных остановок. «Для здания ОДУ в Риге надо 3600 кв.м стеклоалюминиевых панелей», – сказал я. Он пообещал доложить зампреду, и мы договорились встретиться через день. Заместитель Председателя Госстроя СССР вопрос решил положительно.

Высокую оценку этому зданию позже дала Государственная приемочная комиссия. Коллективы, которые занимались проектированием и строительством здания ОДУ, были отмечены премией Совета Министров СССР.

Приведу еще один пример.

Особенно много времени ушло на подготовительные работы при строительстве нового здания ОДУ Северного Кавказа. ОДУ размещалось, как я уже говорил, на чердаке одного из домов в административном центре Северной Осетии городе Орджоникидзе и влачило жалкое существование. Там отсутствовали лифт и туалеты, не было организовано питание сотрудников.

Проект нового здания ОДУ, красивого снаружи и удобного внутри, разработал институт «Севосгидрогорсельстрой» и в один из дней 1982 года я вылетел с эскизами в г. Орджоникидзе на процедуру согласования.

Секретарь обкома и председатель облисполкома выслушали меня, посмотрели эскизы и предложили на выбор два земельных участка для размещения здания ОДУ. Оба участка подходящие, но руководство автономной области выдвинуло свои условия, при которых оно согласно уступить один из участков союзной организации.

Первый участок – в центре города, где находится стадион «Труд». Надо снести

стадион и построить его в другом месте. Кроме того, необходимо построить для города три 8-этажных жилых дома, прачечную и тир. Второе предложение – снести рощу грецких орехов и построить на этом месте здание ОДУ, а рощу посадить в другом месте. Плюс построить те же три жилых дома, прачечную и тир.

Согласитесь, условия кабальные. Стоимость здания ОДУ составляла 3 миллиона рублей, а выполнение дополнительных условий выливалось в сумму в несколько раз большую, чем стоимость здания. Я сообщил об этом в Москву и министр П.С. Непорожний принял решение строить здание ОДУ Северного Кавказа не в Орджоникидзе, а в Пятигорске.

В 1987 году современное здание ОДУ Северного Кавказа, которое, по первоначальному замыслу, должно было быть построено в Орджоникидзе, украсило город Пятигорск. Оно успешно функционирует до сих пор.

Долго нам пришлось искать решение, как удобно и экономично разместить внутри зданий ОДУ (да и ЦДУ тоже) оборудование и службы, которые должны обслуживать это оборудование.

В здании ЦДУ мы не смогли ничего сделать, так как проект уже был запущен в работу, а когда приступили к проектированию здания ОДУ Северо-Запада, нам это удалось.

В плане это выглядело так: в центре находится высотная башня 8–12 этажей, а с трех сторон башню окружает в виде «каре» низкоэтажная часть здания в 2–4 этажа. В низкоэтажной части располагаются руководство ОДУ и службы, коллективы которых обслуживают

оборудование и занимаются приемом, обработкой и выдачей информации.

После распада СССР надо было срочно решать вопрос, где разместить оперативное управление энергосистемами Северо-Запада страны. Президентом ОАО РАО «ЕЭС России» А.Ф. Дьяковым было принято решение разместить новое Объединенное диспетчерское управление энергосистемами Северо-Запада России в Санкт-Петербурге.

В течение двух с половиной лет здание было построено. Городские власти Санкт-Петербурга без проволочек дали возможность обустроить это здание. Очень большую помощь оказали энергетики ОАО «Ленэнерго» и треста «Севгидроэлектромонтаж».

По схеме: высотная часть (8–12 этажей) в окружении низкорослой части спроектированы и построены почти все здания ОДУ. Они и сейчас являются архитектурным украшением городов Кемерово, Хабаровска, Екатеринбургa, Самары, Санкт-Петербурга, Пятигорска и др.

Все эти работы были завершены благодаря усилиям коллективов ЦДУ и ОДУ, во главе которых стояли талантливые руководители: К.С. Сторожук, Г.А. Черня, В.Т. Калита, Ф.Я. Морозов, А.А. Окин, А.Ф. Бондаренко, Г.Г. Маманджаниянц, В.В. Смирнов, В.И. Кастерин, В.Н. Ясников, П.А. Петров, Е.В. Каменских, Л.А. Бычков, Я.Г. Макушкин, В.В. Ильенко, Г.А. Мошкин, Б.И. Пономарев, Г.С. Конюшков, Е.В. Осечкин, В.И. Бердников, А.Д. Смирнов, В.Д. Ермоленко, Ю.И. Парамонов, В.И. Решетов, Е.И. Петряев, М.Я. Вонсович и др.

Параллельно со строительством зданий ОДУ и ЦДУ по предложению Минэнерго

СССР Госпланом и Госстроем СССР было принято решение о строительстве сетей ведомственной связи. Заказчиком по строительству объектов связи было назначено ЦДУ ЕЭС.

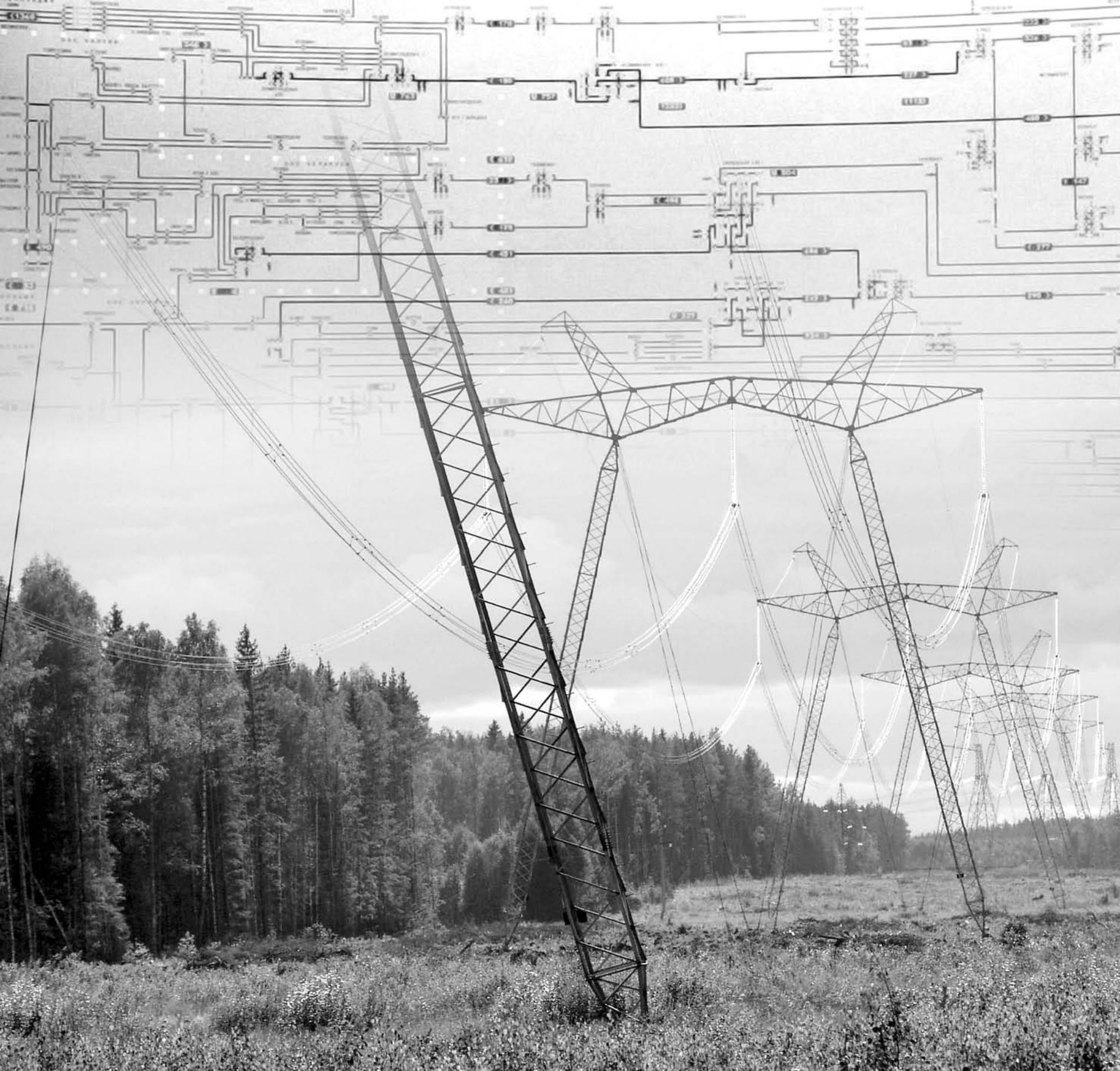
Была разработана и утверждена генеральная схема связи, в основе которой предусматривались три кабельных магистрали:

- Северо-Западная магистраль, которая от здания ЦДУ в г. Москве должна пройти по Смоленской области, Белоруссии, прибалтийским республикам и вернуться через Ленинградскую область в Тверь;
- Южная магистраль должна пройти от Москвы по Воронежской области и по областям Украины;
- Восточная магистраль – от Москвы до Владивостока.

При службе связи ЦДУ была создана группа специалистов, контролировавшая качество строймонтажных работ при прокладке кабеля связи. Для выполнения подрядных работ по связи в министерстве был создан специальный трест «Энергостроймонтаж», в состав которого входило шесть механизированных колонн. За годы работы трестом по территории СССР проложено (с заходом на энергетические объекты) около 25 тыс. км магистральных кабельных линий связи.



Начальник ЦДУ ЕЭС
Ф.Я. Морозов, 1989 г.





М.Г. Портной

В.А. Семенов

Комплексные испытания полуволновой электропередачи

В связи с перспективами транспорта большого количества электроэнергии из Казахстана и Сибири в западные районы страны научно-исследовательскими и проектными организациями электроэнергетической отрасли народного хозяйства большое внимание уделялось проблемам, связанным с созданием мощных сверхдальних электропередач. Наряду с разработкой электропередач

постоянного тока исследовались возможности создания новых типов электропередач переменного тока, в том числе полуволновых.

Основное оборудование электропередач, настроенных на полуволну, принципиально не отличается от оборудования электропередач переменного тока традиционного типа. Вместе с тем явно выраженная волновая природа настроенных электропередач придает необычный характер их нормальным и аварийным режимам и заставляет по-новому решать вопросы устойчивости, защиты от внутренних перенапряжений, релейной защиты и др.

Исследования, проведенные в 60-х годах в СибНИИЭ, выявили характеристики полуволновых электропередач и особенно их режимов, позволили определить основные требования к оборудованию и аппаратуре, наметить пути решения вопросов управления этими электропередачами и обеспечения их надежной работы. Для дальнейшего развития работ по новой сложной проблеме создания полуволновой электропередачи потребовались натурные испытания, и в сентябре 1961 г. Госкомитет Совета Министров СССР по науке и технике принял решение о их проведении.

Эти уникальные испытания были проведены в сети 500 кВ ЕЭС европейской части 2 и 9 апреля (воскресные дни) 1967 г. Для испытаний создавалась схема, при которой мощность девяти гидрогенераторов Куйбышевской ГЭС передавалась на ПС Шагол Челябинской энергосистемы ОЭС Урала через Восточную цепь электропередачи 500 кВ Волгоград–Москва, Северную цепь электропередачи Куйбышев–Москва и одноцепную электропередачу Куйбышев–Урал.

Общая протяженность созданного таким образом транзита 500 кВ – от шин отправной ГЭС до шин приемной ПС составляла 2858 км, что соответствовало волновой длине линии 173° ; с учетом реактивного сопротивления передающей и приемной энергосистем (повышающие трансформаторы ГЭС, понижающие автотрансформаторы и приемная сеть) эквивалентная волновая длина электропередачи оценивалась значением 187° .

Технической программой были установлены следующие цели натурных испытаний: выявление особенностей оперативного управления электропередачей (включение, регулирование режима, отключение); определение нагрузочных характеристик; выяснение условий возникновения самораскачивания и проверка возможности подавления качаний с помощью АРВ силового действия генераторов отправной ГЭС; анализ характера переходных процессов, приводящих к внутренним перенапряжениям, и оценка уровней этих перенапряжений.

Необычные масштабы натурального эксперимента, сложность перехода от нормальной схемы сети 500 кВ к схеме полуволновой электропередачи и обратного перехода, а также отсутствие какого-либо опыта управления настроенной электропередачей сделали необходимой особенно тщательную подготовку эксперимента. Для повышения эффективности испытаний и сведения к минимуму связанного с ними технического риска были проведены исследования на модели Всесоюзного энергетического института, позволившие выбрать схему защиты от перенапряжений. Были выполнены

детальные расчеты нормальных и аварийных режимов по схеме, принятой для испытаний, и подготовлены рекомендации по управлению режимами. На электродинамической модели СибНИИЭ были проведены дополнительные исследования с имитацией намеченных методов.

В натурных испытаниях, проведенных под руководством ОДУ ЕЭС европейской части СССР, участвовали СибНИИЭ, ВЭИ, Управление эксплуатацией электросетей 500 кВ (УЭЭС 500 кВ) Мосэнерго, а также специалисты ВНИИЭ, НИИПТ, МЭИ, персонал ОДУ Урала и Средней Волги, Волгоградской, Московской, Куйбышевской, Челябинской и других энергосистем; помощь в проведении испытаний оказали также специалисты Ленинградского политехнического института и др.

Управление осуществлялось с диспетчерского пункта ОДУ ЕЭС, который имел прямую связь со всеми основными пунктами испытаний. Использовалась специальная автоматика ВЭИ, с помощью которой с Волгоградской ГЭС производились запуск осциллографов и управление выключателями в схеме испытаний; были организованы каналы для измерения с помощью аппаратуры НИИПТ угла между одним из включенных на электропередачу генераторов и шинами 500 кВ Куйбышевской ГЭС.

На испытываемой электропередаче были отключены все АТ промежуточных ПС, все шунтирующие реакторы, часть ТН и разрядники от коммутационных перенапряжений на ЛЭП. Для ограничения значений перенапряжений в ряде пунктов были установлены в трех фазах линии



ЛЭП 500 кВ

защитные искровые промежутки с расстоянием 1800 мм (максимальное пробивное напряжение 910–1140 кВ). С выключателей, с помощью которых осуществлялось последовательное соединение участков электропередачи, снимался оперативный ток. Было предусмотрено автоматическое отключение выключателей на концах ЛЭП и включение заземляющего выключателя на ПС Арзамас вблизи средней точки ЛЭП от действия РЗ, реагирующих на появление напряжения обратной последовательности. Использовались защиты, реагирующие на ток нулевой последовательности и резервирующие действие автоматики ВЭИ на отключение.

Были применены также защиты от повышения напряжения на концах ЛЭП и на ПС Арзамас. Кроме того, использо-

вался ряд имевшихся защит на отправном и приемном концах ЛЭП и на ПС Арзамас. Была проведена специальная подготовка АРВ сильного действия генераторов Волгоградской ГЭС к условиям опыта. Перед испытаниями был создан необходимый резерв мощности в ОЭС Урала.

К утру 2 апреля 1967 г. была создана предусмотренная программой схема полуволновой электропередачи. Для первого включения ЛЭП под напряжением вблизи ее электрического центра на ПС Арзамас было установлено трехфазное заземление через выключатель.

Непосредственно перед первым опытом напряжение на шинах 500 кВ отправной ГЭС было понижено до 430 кВ; на эти шины были выделены через повышающие трансформаторы девять генераторов ГЭС номинальной мощностью по 115 МВт. Включением линейного выключателя была произведена подача напряжения от шин ГЭС на заземленную на ПС Арзамас ЛЭП длиной 1579 км, что несколько более четверти волновой длины.

В переходном процессе максимальное напряжение, наблюдавшееся на шинах 500 кВ ПС Липецк, составило 1,64 максимального рабочего напряжения ($\sqrt{2}/\sqrt{3} \cdot 525$ кВ).

Затем электропередача, зашунтированная на ПС Арзамас, была включена от приемной энергосистемы при напряжении на ПС Шагол, равном 490 кВ.

В тот же день была произведена успешная синхронизация отправной и приемной энергосистем, и полуволновая электропередача была впервые введена в работу.

При передаче мощности около 1000 МВт напряжение на отправном конце поднялось до 525 кВ, напряжение на приемном конце поддерживалось на уровне 470 кВ, напряжение на ПС Арзамас поднялось до 482 кВ. По ходу дальнейших испытаний был получен устойчивый режим передачи мощности 640 МВт при работе на отправной ГЭС шести генераторов с обычной системой автоматического регулирования возбуждения.

Высокий уровень статической устойчивости полуволновой электропередачи способствует и сохранению ее устойчивости при динамических переходах. Вместе с тем даже при заведомо устойчивых динамических переходах электропередача рассматриваемого типа весьма чувствительна к синхронным качаниям вследствие ее режимной особенности, заключающейся в зависимости напряжения на средних участках ЛЭП от передаваемой активной мощности. При качаниях с большими углами напряжение в средней части линии может достигнуть опасных значений.

Анализ результатов комплексных испытаний полуволновой электропередачи позволил сделать ряд важных выводов:

1. Основные цели комплексных испытаний были успешно достигнуты. Впервые в мировой практике осуществлена передача мощности по полуволновой электропередаче. По ЛЭП длиной около 3000 км даже при не вполне строгой настройке электропередача работала устойчиво во всем диапазоне передаваемой мощности вплоть до 1 млн. кВт. Настроенная электропередача

хорошо управлялась; нарушений работы участвовавшего в опыте серийного оборудования 500 кВ не наблюдалось.

2. Полученные результаты испытаний хорошо согласуются с данными теоретических исследований и моделирования процессов на электродинамической модели, проведенных при подготовке испытаний.

3. Испытания показали, что электропередачи, настроенные на полуволну, работоспособны и могут использоваться для передачи электроэнергии на большие расстояния при условии решения ряда научно-технических задач, связанных с достижением технико-экономических показателей, сопоставимых с показателями дальних электропередач других типов, и обеспечением достаточно высокого уровня надежности.

4. Результаты натурных испытаний имели важное значение для дальнейшего развития теории настроенных дальних электропередач. Исследовано явление параметрической неустойчивости генераторов и доказана возможность его подавления. Осуществленные переходные режимы электропередачи позволили уточнить влияние линейных и нелинейных параметров дальних электропередач на развитие электромагнитных и электро-механических процессов и усовершенствовать методы электродинамического моделирования.

5. Испытания позволили получить данные, полезные для разработки средств защиты от перенапряжений, устройств автоматического регулирования режима, релейной защиты и противоаварийной автоматики.

В заключение необходимо отметить, что сама возможность проведения натурных исследований полуволновой электропередачи в мощном энергообъединении характеризует существенные достижения экспериментальной техники, высокий уровень эксплуатации и оперативного управления дальними электропередачами.





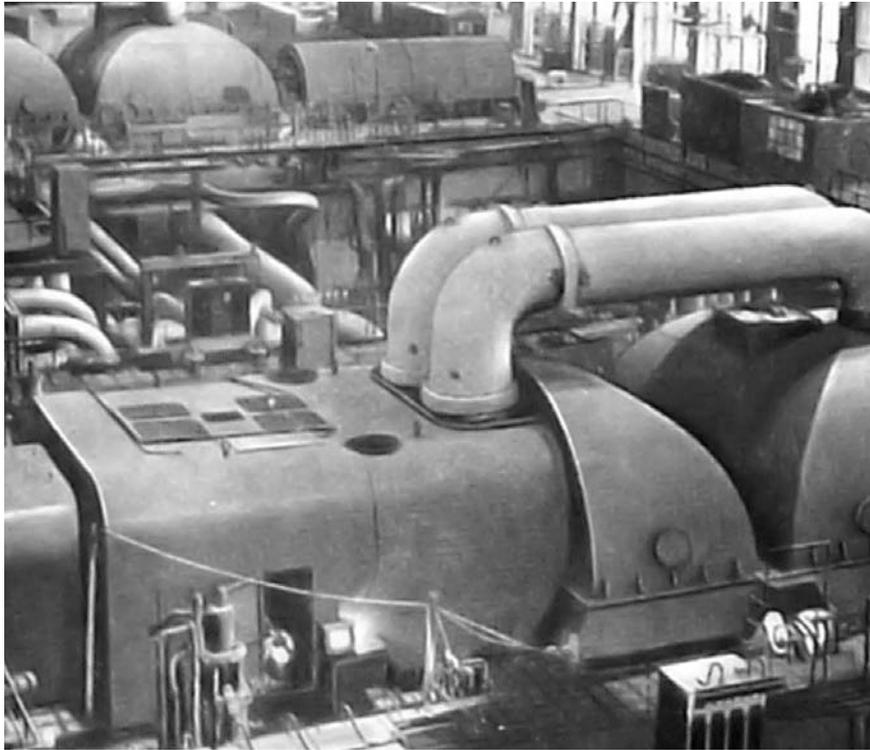
У.К. Курбангалиев

Годы в энергетике

Пройдя от Днепра до Праги в составе саперного батальона, я прослужил еще пять лет после Победы и демобилизовался в марте 1950 г. Решил поступить в ту же вечернюю школу, которую окончил в 1942 г., и снова пройти десятый класс. Окончил школу с серебряной медалью и, приехав в Москву из казахстанского Чимкента, поступил на электроэнергетический факультет Московского энергетического института.

После окончания института в 1956 г. меня направили работать на Приднепровскую ГРЭС Днепроэнерго инженером электролаборатории.

Мне довелось работать в золотую пору развития советской энергетики. Уже были восстановлены довоенные мощности, на электростанциях вводились энергетиче-



Турбинный зал Приднепровской ГРЭС.

ские блоки мощностью 100–150 тыс. кВт, а позже – 300, 500 и 800 тыс. кВт. Уже действовала ЛЭП 400 кВ Куйбышевская ГЭС – Москва. Строились линии электропередачи 220–500 кВ.

Приднепровская ГРЭС, расположенная на левом берегу Днепра напротив Днепропетровска, была в свое время флагманом советской энергетики. Первая проектная очередь станции предусматривала ввод четырех энергоблоков по 100 МВт с расширением до шести блоков. По тепловой части первая очередь была с поперечными связями по пару и воде.

Затем были спроектированы вторая чисто блочная очередь с четырьмя блоками по 150 МВт и третья очередь с четырьмя блоками по 300 МВт. Таким образом, общая мощность ГРЭС составила 2400 МВт.

Первый блок мощностью 100 МВт на Приднепровской ГРЭС был пущен в 1954 г., а в 1956 г. я участвовал уже в пуске четвертого энергоблока. Первый блок мощностью 300 МВт был пущен в декабре 1963 г., практически одновременно с пуском блока такой же мощности на Черепетской ГРЭС.

Управление «Днепроэнерго» располагалось в Запорожье на правом берегу Днепра в шестом поселке, рядом со знаменитым Днепрогэсом им. В.И. Ленина; оно и возникло на базе Днепрогэса. В Днепроэнерго работали легендарные специалисты, многие из которых в начале войны эвакуировались из-под носа гитлеровцев, выводя из строя оборудование станций, а затем вводили в строй электростанции на Урале и востоке страны. Вернувшись, они восстанавливали энергетику Приднепровья. Управляющим Днепроэнерго был Д.И. Гуменюк, главным инженером – Л.Б. Тополянский. Но мне как релейщику больше всего приходилось сталкиваться со знаменитыми и известными всему Союзу людьми: начальником ЦСРЗАИ Днепроэнерго Валерием Ивановичем Дорощевым, его заместителем Михаилом Ивановичем Песочиним и грамотнейшими работниками службы Е.А. Замковым, В.И. Першиным, Керовским и др.

Директором «Приднепровки» был Евгений Иванович Чулков, энергичный и практичный руководитель, главным инженером – Василий Павлович Маркин, впоследствии работавший директором

ОРГРЭСа, начальником Главтехуправления Минэнерго СССР. После Маркина главным инженером станции стал Л.А. Трубицын, в последующем начальник главка Минэнерго Украины, Главуралэнерго, начальник Главтехуправления Минэнерго СССР, а после него – М.А. Вайнер. Строительное управление возглавлял Е.В. Захарчук, позднее начальник Главцентрэнерго Минэнерго Украины.

Меня зачислили инженером электrolaborатории с окладом 900 руб. Система оплаты труда была очень разумной: к окладу полагались премии за безаварийную работу, за выполнение плана, за экономию топлива, за экономию электроэнергии на собственные нужды. Размер премии достигал 100 и более процентов.

Моя семья жила сначала в комнате общежития на первом этаже. Здесь же разместились еще одна пара с таким же маленьким ребенком, как у нас, и двое взрослых парней со станции. Ребята были молодые, приходили поздно и тихонько влезали в окно, благо было теплое украинское лето.

Примерно через год жена тоже устроилась на работу инженером-металловедом. На «Приднепровке» по инициативе В.П. Маркина создавалась лаборатория металлов, так как с повышением параметров пара резко возрастали требования к качеству металла и особенно котлов. Моей жене, бедолаге, с большим сердцем приходилось лезть внутрь барабана котла и самого котла для дефектоскопии. Ее очень ценили и монтажники, и эксплуатационники за честность и бескомпромиссность. К сожалению, такой же тяжелой работой пришлось ей в дальнейшем заниматься и на



ДнепроГЭС-2

Конаковской ГРЭС. За ней, даже чаще, чем за мной, приезжала «дежурка» ночью по вызову. Так она серьезно подорвала здоровье.

Работа спорилась. Со временем не считались: станция расширялась, вводились новые энергоблоки, линии электропередачи 154 и 330 кВ; осваивались новые устройства релейной защиты. Передовиком в этом деле было Днепроэнерго. В.И. Дорофеев был исключительно умным, внимательным и инициативным руководителем. В частности, по разработке Днепроэнерго на линиях 154 кВ были внедрены устройства защиты от междуфазных коротких замыканий. В Днепроэнерго проводились ежегодные совещания релейщиков энергосистемы, которые были подлинной школой передового опыта и внедрения новой техники. Всегда обменивались опытом релейщики крупнейших в то время управлений «Днепроэнерго», «Донбассэнерго», «Свердловскэнерго», «Челябэнерго».

Высшим напряжением на «Приднепровке» было 154 кВ – это шло от американцев после сооружения Днепрогэса,

затем, после ввода блоков 150 МВт, было введено распределительное 330 кВ.

Наладчиками электрооборудования были специалисты Донбассэлектромонтажа (ДЭЛМ). Руководителем у них был Женя Корольков, отличный шахматист.

Начальником электролаборатории ГРЭС был Дмитрий Никитич Хантиль, большой педант. Его донимал радикулит, и мы лечили его с помощью мегомметра 2500 В, причем электроды делали из кусков свинцовой оболочки кабеля. Старшим инженером электролаборатории был Владимир Васильевич Беляев, с которым мы сразу стали дружны; затем он вырос до начальника электроцеха, управляющего Днепроэнерго и начальника Техуправления Минэнерго Украины, а я в конце работы на ПДГРЭС стал начальником электролаборатории. Дружили мы семьями: Трубицыны (их семья состояла из восьми человек — две пары их родителей, двое детей и они сами), Беляевы и мы. Собирались смотреть телевизор КВН-49 с линзой, имевшийся только у Трубицыных. Начальником электроцеха был Г.Г. Сонин, умнейший человек, который славился тем, что держал запросто 220 В, а приближая длинный ноготь, определял наличие 35 кВ. Вообще на станции выросли замечательные кадры энергетиков, а старшие инженеры электролаборатории В.А. Жмурко и И.И. Магда впоследствии стали руководителями крупных украинских энергосистем и Минэнерго Украины.

Что запомнилось мне из множества событий?

Учился я у электромонтеров Н. Резника, И. Устименко, Ю. Григорьева искусству наладки реле минимального напряжения

ЭН-500 (чтобы не было «холодца» — релейщики знают, что это такое), испытанию кабеля высоким напряжением от кенотрона, осваивал все приемы поверки и наладки аппаратуры релейной защиты и коммутационной аппаратуры. Что касается сложных защит на ЛЭП, то здесь главным учителем был Володя Беляев..

Известно, что штатные реле газовой защиты трансформаторов часто работали ложно. Поэтому в ряде энергосистем изобретали свои конструкции. Мне до сих пор нравится конструкция мастера точной механики нашей электролаборатории Павла Ивановича Кадухи, в которой корпус был изготовлен из оргстекла. Эта работа была удостоена медали ВДНХ. У Кадухи были золотая голова и руки, широкий диапазон интересов: все измерительные приборы у него были собственной конструкции, он сам сконструировал телевизор и т.д.

На подстанции 330 кВ вначале взрывались фарфоровые гасительные камеры первых воздушных выключателей, так что там бывало страшно — то находится, но впоследствии завод все отладил.

По-моему, у нас на «Приднепровке» впервые был замечен так называемый «километрический эффект» работы выключателей при отключении близких коротких замыканий — отказ при критической частоте восстанавливающегося напряжения между контактами камеры.

На Приднепровской ГРЭС мы впервые провели в натуре испытания на самозапуск электродвигателей на блоке 150 МВт и пришли при этом к важному выводу о том, что при кратковременных

перерывах питания собственных нужд с последующей работой АВР опасным является не перегрев электродвигателей (чего опасались на электростанциях с поперечными связями по пару и воде), а возможные нарушения технологического режима работы энергоблока. В связи с этим существенное внимание было обращено на выбор уставок и согласование действия технологических и электрических защит и автоматики энергоблока. От Днепроэнерго этими испытаниями руководил и активно участвовал в них Е.А. Замков.

Наращивание мощности Приднепровской ГРЭС шло быстрыми темпами. И не только «Приднепровки». За счет совершенствования монтажа укрупненными монтажными блоками еще более ускоренными темпами сооружалась Ладыжинская ГРЭС Винницаэнерго. Но, в конечном счете, все определяли люди, их энтузиазм и энергия. На «Приднепровке» существовал «союз» двух Евгениев: директора ГРЭС Евгения Ивановича Чулкова и начальника СУ Евгения Васильевича Захарчука. Злом процессов сдачи новых объектов в эксплуатацию были недоделки. Начальники цеховых станций сопротивлялись стремлению строителей и монтажников всеми силами сдать объект в срок. При этом они обещали устранить недоделки уже после подписания акта приемки. Вот тут-то два Евгения и вступали в схватку, но все же им как-то удавалось примирять стороны. Все равно добиться скорого устранения недоделок после сдачи не удавалось, поскольку это не определяло финансовую сторону. Наиболее принципиальным был начальник котельного, а затем котлотур-

бинного цеха Л.А. Трубицын. Мне запомнились все электромонтажники. Но наиболее яркой фигурой среди них был начальник монтажного турбинного цеха Южэнергомонтажа Максим Кобяковский. При вводе объекта в эксплуатацию в журнале ГЩУ производятся записи о предварительных испытаниях и готовности оборудования к пуску. Электрики довольно подробно пишут об испытаниях генератора, трансформатора блока и другого электрооборудования. Кобяковский же писал: «У меня все готово. М. Кобяковский». Я и сейчас не представляю, что еще можно писать по турбинному отделению. Вот при пусковых испытаниях все и выявится. После каждого пуска Максим сбрасывал усы до следующего пуска.

Наладку электрической части седьмого энергоблока — головного, мощностью 150 МВт — решили вместо Донбассэлектромонтажа поручить ОРГРЭСу. Во многом это произошло благодаря моей рекомендации: там работало много известных мне специалистов — выпускников МЭИ. ОРГРЭС не был рядовой наладочной организацией. Он производил наладку головных образцов оборудования, обобщал опыт энергосистем, выявлял недостатки проектов, разрабатывал рекомендации по совершенствованию эксплуатации. Собственно, и сама аббревиатура «ОРГРЭС» говорит об этом. ОРГРЭС проводил большую работу по подготовке решений и циркуляров Главтехуправления Минэнерго СССР.

Наше желание пригласить ОРГРЭС определялось еще и тем, что эта организация при сдаче объекта из наладки предста-

вляла хороший отчет и составляла принципиально-монтажные схемы вторичной коммутации, в отличие от ДЭЛМ, который сдавал лишь правленные проектные схемы — «портянки». Однако ОРГРЭС не привык заниматься «мелочовкой», в том числе наладкой оборудования 0,4 кВ и особенно многочисленных электрифицированных задвижек. Но поскольку договор был заключен на наладку всего электрооборудования, им пришлось несладко: на последнем этапе на станцию вынуждены были приехать заместитель главного инженера А.Д. Герр и начальник электроцеха Л.И. Арцишевский и др.

Приднепровская ГРЭС — это район прежней Запорожской сечи. И фамилии здесь были самые разнообразные, скорее прозвища. У нас на станции работали Полторабатьков, Занесиголова, Убийбатька, Заплюйсвечка, Непейпива, Вырвихвист, Нетудыхата, не говоря уже о таких как Волк, Саранча, Капуста и т.д. Однажды произошел такой случай. Звонит мне мастер по ОРУ И.И. Яловой:

— Усман, кажу що твои хлопцы шуткуют? Мене треба выключатель пытати, а вин...

— Иван Иванович, а в чем дело?

— Я звоню и говорю: це Яловый, а вин мене: Тельный.

— Иван Иванович! Ты — Яловой, а у меня монтер по высоковольтным испытаниям — Тельный.

Вот такие веселые истории случались.

При переходе к чисто блочной схеме на второй и третьей очередях была изменена компоновка машинного зала: вместо продольного расположения турбо-

генераторов принято поперечное. Управление блоком осуществлялось с блочных щитов управления — по два в одном помещении; начались работы по внедрению избирательных схем управления отдельными аппаратами. Компоновкой пультов на БЩУ и совершенствованием схем управления оборудованием занимались и на Змиевской ГРЭС под руководством начальника ПТО Г.А. Черни, будущего главного инженера ЦДУ ЕЭС СССР; с ним мы впервые встретились на ПДГРЭС по обмену опытом.

При вводе в эксплуатацию новых блоков бывало, что монтаж турбины обгонял монтаж котельного оборудования. Тогда прокладывали дорогостоящие трубопроводы от действующей части станции к монтируемой турбине, что было дорого и не очень оправданно. С таким приемом мне пришлось столкнуться и позднее.

В конце 1963 г. мы ввели в эксплуатацию одиннадцатый блок мощностью 300 МВт, на несколько дней обогнав Черепетскую ГРЭС. В отрасли начиналась пора внедрения электростанций с блоками 300 МВт по типовому проекту 8х300 МВт.

С целью обмена опытом работ по вводу в эксплуатацию на станцию приехали управляющий Калининэнерго М.В. Гурьчев, позднее начальник Главцентрэнерго, и начальник электроцеха Р.А. Маринов, работавший ранее на «Приднепровке» (мы были дружны семьями), а затем начальником электроцеха Верхне-Тагильской ГРЭС. Они и сагитировали меня перейти работать на строящуюся Конаковскую ГРЭС заместителем начальника электроцеха по релейной защите и автоматике. Посоветовавшись дома и с

друзьями, я согласился на перевод и в конце декабря приехал на Конаковскую ГРЭС.

В это время на ГРЭС уже был готов главный корпус для первого блока и расширения под первую очередь. Монтировался первый энергоблок, который предполагалось ввести в эксплуатацию в конце 1964 г. Директором станции был К.Н. Горский, бывший директор ТЭЦ-4 Калининэнерго, впоследствии управляющий Калининэнерго и начальник Главюжэнерго, главным инженером — Александр Иосифович Фишкин, очень деликатный и интеллигентный человек. Персонал цехов еще только набирался. Руководители цехов были приглашены с крупных электростанций Сибири и Урала: К.И. Максимов, Н.В. Макаров, Ю.П. Якушев (котлотурбинный цех), Р.А. Маринов, Г.П. Семенов, В.Я. Еркин (электроцех) и др.

Начальником Управления строительства Конаковской ГРЭС был крупный инженер-строитель Н.П. Галочкин, начальником СУ-1 Хохлов — человек небольшого роста, но очень физически сильный. Начальником Главцентрэнерго Минэнерго СССР в то время был Абрам Михайлович Маринов — очень деловой, принципиальный и грамотный инженер, прошедший большую школу управления: будучи управляющим Свердловэнерго в период войны, он обеспечивал бесперебойную работу крупнейших оборонных заводов. Свердловэнерго даже называли «Мариновэнерго». Он проводил все заседания пусковой комиссии и требовал точного выполнения установленных сроков строительства и монтажа. После смерти Р.А. Маринова начальником

Главцентрэнерго стал М.В. Гурычев, который и возглавлял пусковую комиссию. Часто навевались на станцию и первые заместители министра.

Станцию спроектировало Московское отделение института «Теплоэлектропроект». Главным инженером проекта был С.С. Ракица. Проектирование элементов 220—330—500 кВ выполнялось институтом «Энергосетьпроект». Станция проектировалась как типовая, на ее основе был запроектирован и введен в эксплуатацию еще ряд электростанций.

Основное оборудование станции состояло из: котлов Подольского машиностроительного завода производительностью 950 тонн пара в час при давлении 255 атм и температуре перегретого пара 535–545°C; турбин К-300-240 Ленинградского металлического завода, (частота вращения 3000 об/мин); генераторов ТВВ-320-2 производства ленинградского завода «Электросила», мощностью 300 МВт с непосредственным охлаждением обмотки статора водой, корпуса и ротора — водородом; блочных трансформаторов мощностью 360 МВА производства Запорожского трансформаторного завода.

Станция была спроектирована и построена как газомазутная (основное топливо — газ, резервное — мазут, хотя чаще бывает наоборот). Охлаждение отработанного пара осуществлялось от водозабора двух береговых насосных.

В проекте было довольно много недостатков в части первичной схемы, размещения оборудования и строительномонтажной. Например, первая береговая насосная была без здания, а крыша выполнена на уровне земли из стеклоблоков,



Конаковская ГРЭС

которые раскалывались, и куски летели на двигатели циркуляционных насосов. Недостатки по возможности оперативно устранялись совместными усилиями строителей, эксплуатационников и рабочей группы МОТЭПа (Е. Риндзюнский, Брискин и др.). Опыт Конаковской ГРЭС был учтен, в частности, при сооружении Костромской ГРЭС, куда перешли работать и некоторые конаковцы.

Компоновка станции была такова, что шлейфы проводов 220 кВ от блочного повышающего трансформатора проходили над главным корпусом и были подвешены на траверсах, смонтированных в дымовую трубу, что не очень удобно для обслуживания. Однажды мы столкнулись с таким явлением, как обледенение этих шлейфов из-за того, что прямо под ними оказались выхлопные трубы предохранительных клапанов котла. При многократной работе этих клапанов выбрасываемый пар сконденсировался и намерз на провода, образовав наледь до полуметра в диаметре. Сбить этот лед было непросто, мы даже пытались обстрелять его из оружия, но это не дало эффекта. В конце концов, лед подтаял, но мы боялись, что его куски могут упасть и пробить крышу машзала.

В октябре 1964 г. состоялось первое включение блока в сеть. При этом выявился ряд недостатков. Слабым местом генераторов с непосредственным охлаждением водой обмотки статора были резиновые шланги подвода воды к секциям обмотки, которые не обеспечивали герметичность и пробивались. Неприятности со шлангами закончились при переходе на фторопластовые шланги.

При следующем включении произо-

шло междуфазное короткое замыкание в обмотке статора генератора. Сработала поперечная дифзащита генератора с выдержкой времени 0,2 с, так как наклад-ка была ошибочно переведена дежурным с 0,0 с на 0,2 с. Мы честно признались в этом, что дало повод заводу «Электросила» записать в акте, что по вине эксплуатации размеры разрушения генератора были больше, чем могли быть. Причина короткого замыкания до конца не была установлена. На расследование приезжала солидная комиссия: главный конструктор «Электросилы» Иванов, начальник монтажного цеха М.А. Шахматов, д.т.н. из ВНИИЭ Л.Г. Мамиконянц и др. Склонялись к тому, что при изоляции места соединения стержня с выводами была, возможно, ошибочно замотана какая-то ферромагнитная штучка (например, кусок ножовочного полотна), которая под действием магнитного поля перегрелась и устроила короткое замыкание. Как бы то ни было, этот случай привел к отсрочке ввода блока на три месяца, так как производилась замена части стержней обмотки. Окончательно блок был введен в эксплуатацию в январе 1965 г.

В июле 1965 г. был введен в эксплуатацию второй, в декабре — третий, а в ноябре 1966 г. — четвертый и последний блок первой очереди станции, работавшие на шины 220 кВ.

При монтаже и эксплуатации не обошлось без серьезных аварий: кроме описанного выше, горел блочный трансформатор первого блока, были пожар на котле первого блока, взрыв водорода на выводах комплектного токопровода 20 кВ четвертого генератора, горела трансформа-

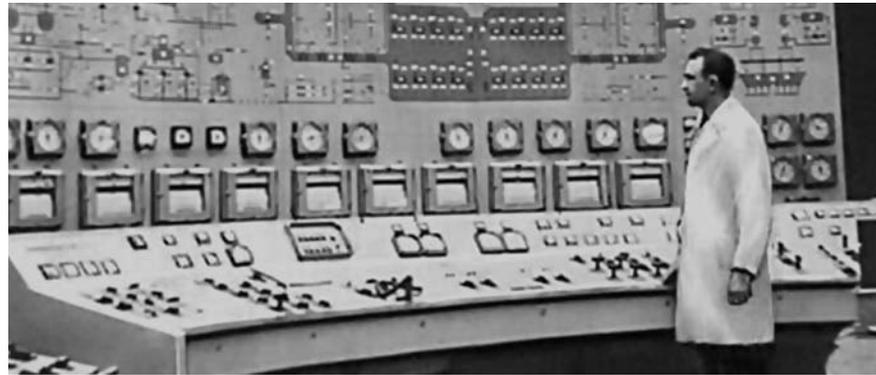
торная башня на ОРУ при сушке авто-трансформатора и др.

На полную проектную мощность 2400 МВт станция заработала в 1969 г. после ввода восьмого энергоблока, т.е. с момента выемки первого ковша земли под главный корпус в 1961 г. прошло всего 8 лет! Одновременно рядом со старым, в котором работает еще дореволюционный Конаковский фаянсовый завод (бывший Кузнецовский), был возведен новый город Конаково.

На Конаковской ГРЭС было многое сделано для совершенствования работы оборудования, повышения его надежности, автоматизации рутинного контроля ряда важных параметров генератора и котлотурбинного оборудования, снижения удельного расхода топлива.

В этой работе мы активно и хорошо взаимодействовали с институтами «Энергосетьпроект», МОТЭП, ВНИИЭ, МЭИ, заводами «Электросила», Запорожским трансформаторным, «Электроцит», «Электропульт» и др., а также с ЦДУ ЕЭС СССР и ЦСРЗАИ Калининэнерго, ЦЛЭМ Мосэнерго. М.А. Беркович, В.Т. Калита, С.А. Совалов, В.А. Семенов, Л.Г. Мамиконянц, Л.С. Линдорф, Г.Л. Брухис, Б.И. Иофьев, Ю.С. Юруш, В.К. Цыпунов, А.Л. Церазов, Б.А. Корнилов – вот далеко неполный список людей, принимавших активное участие в освоении станции. Активно работали с нами наладчики из МНУ ЭЦМ: Б.Н. Камкин, В. Бородавкин, Н. Шипулина, В. Китаев и др., монтажники ЭЦМ А.С. Панов, братья Лазуткины, Скоробогатов, Леднев.

В 1967 г. к нам пришли выпускники МЭИ: В.И. Григорьев, впоследствии Генеральный директор АО «Конаковская



Щит управления энергоблоками Конаковской ГРЭС

ГРЭС», Б.Г. Поляков, позже управляющий трестом «Мосэлектросетьстрой», Л.Я. Ковалева, которые активно включились в работу.

В процессе монтажа и пуска было много всяких приятных и неприятных минут, но никогда не было уныния. Мы всегда ревностно следили за тем, как идут дела на других объектах и обменивались опытом.

Пуск блока всегда был событием. Часто выход блока на 3000 оборотов откладывался из-за того, что выявлялись те или иные недоделки. Много хлопот доставлял котел, у которого часто рвались экранные трубы (особенно у всех на языке была НРЧ – нижняя радиационная часть). Шеф-инженер ЛМЗ никогда не давал разрешения на вывод турбины на обороты по понедельникам и тринадцатым числам. Мы с ним часто находили общий язык и старались получить блок на пусковые испытания в удобное время. Нас было кому подгонять: и свое началь-

ство, и строительно-монтажное; особенно активным был руководитель монтажников ЦЭМа Павел Петрович Триандафилиди, впоследствии начальник Главтепломонтажа. Но он и помогал. Когда приходилось искать, где же замкнут на землю восьмой подшипник турбины, Павел Петрович подходил и вкрадчивым голосом говорил: «Усман, скажи, какая нужна помощь?» Правда, после пуска он уже нас не замечал.

В 1967 г. Конаковскую ГРЭС посетил Председатель Совета Министров СССР Алексей Николаевич Косыгин. Перед его приездом на станции развернули радиостанцию, собрали начальников цехов и предупредили, чтобы без дела персонал не высывался. А В.В. Бельшеву, бывшему уже директором станции, сказали, чтобы он, как только остановится первая машина, где должен был находиться А.Н. Косыгин, подбежал и отдал рапорт. Мы из окна увидели, что Косыгин находился во второй машине. Он не стал дожидаться, открыл дверь и вышел. Бельшев ринулся отдать рапорт, но Алексей Николаевич, не ожидая окончания рапорта, пожал ему руку и поздравился. После короткого совещания у Бельшева Косыгин пошел в главный корпус, где ему бодро отрапортовал лучший дежурный инженер блоков Николай Захарович Дорожкин. Косыгин проявил активный интерес и разговаривал со всеми работягами. Удивительно, что люди, видя его просто и общительность, не пытались жаловаться на что-то или передавать письма.

После обхода станции А.Н. Косыгин провел хорошее совещание со специалистами станции и многими приглашенными специалистами и учеными. Задавал

много нелюбимых вопросов, особенно по котлам. Он говорил: «Вы скажите, может нужен какой-то металл или оборудование, мы можем закупить у «демократов» и в капиталистических странах». После окончания совещания был предусмотрен обед в Карачарове, к которому готовились, но Алексей Николаевич отказался от него, сославшись на отсутствие времени. Пришлось нашим товарищам самим обедать...

На Конаковской ГРЭС в 1968 г. состоялась также сессия МИРЭК. Польза для станции от нее заключалась в сооружении учебно-вспомогательного корпуса с хорошим залом заседания, помещением для музея, тренажеров.

Как правило, все первые включения блоков приходились на ночь. На щите управления скапливалась уйма руководящего народа. Но только стоило включить блок и доложить об этом «наверх», их всех как ветром сдувало, и они отправлялись «отмечать событие». Оставались на станции мы (релейщики) с наладчиками для проверки цепей защиты блока под нагрузкой и несколькими монтажниками на подхвате во главе с легендарным Анатолием Семеновичем Пановым. После окончания всех проверок мы собирались и устраивали уже свое «отмечание»: с закуской, какую бог послал, и спиртом из любых емкостей (в общем, по-фронтовому). Во время «торжественной» части вспоминали взаимные претензии.

Я не случайно называю Анатолия Семеновича легендарным. Он был старшим прорабом у электромонтажников и главным «подгонялой» при штурме на пуске блока. Всегда подходил и спраши-

вал: «На кого рывкнуть?», имея в виду своих монтажников. И действительно помогало.

Однажды в полночь, когда мы стояли у перил девятой отметки, Панов говорит: «Усман, пойдем посмотрим, как там дренажный насос?»

Я ему: «А.С.! Какой дренажный? Сейчас готовятся пускать питательный насос...»

А он мне: «Усман, ты запомни: не вошь нас мучает (естественно, он употребил более серьезное слово), а гнида. На питательный насос набросятся М.В. Гурычев, К.Н. Горский, В.В. Бельшев, П.П. Триандафилиди и другие...»

Я говорю: «Ну, пойдем!»

Приходим на отметку 3,5 м (дренажный приямок) и видим: действительно, мотор отдельно, насос отдельно, и рядом кабель. Тут Панов воспрял, куда сон пропал: «Я сейчас рывкну на братьев Лазуткиных!»

Те прибежали, быстренько сделали и прокрутили насос. Когда через какое-то время пустили питательный насос, то со всех нестыковок побежала вода. Дренажный насос пригодился. Анатолий Семенович спросил радостно: «Ну, что я тебе говорил?»

В 1969 г. закончился пуск блоков, включили ОРУ-500, а ранее и РУ 330 кВ с ЛЭП 330 кВ Конаково–Калининская с более чем километровым переходом через Волгу на оригинальных трубчатых опорах высотой 90 м. Конаковская ГРЭС оказалась на важном стыке центральных и северо-западных энергосистем.

Центральное диспетчерское управление ЭЭС СССР решило провести в 1969 г. испытания возможности ресинхронизации станции после аварийного разрыва связи с Центром. Такие испыта-



Зам. начальника ДС В.Н. Михайлов, зам. начальника ДС Б.И. Диалектов, главный диспетчер В.Т. Калита, начальник ДС А.П. Германов, 1986 г.

ния были нами проведены под руководством ЦДУ ЭЭС СССР. В них участвовали от ЦДУ В.Т. Калита – главный диспетчер, д.т.н. С.А. Совалов, В.А. Семенов, В.В. Васильченко, специалисты Энергосетьпроекта Б.И. Иофьев, Г.Л. Брухис, Л.Н. Чекаловец и специалисты ГРЭС: Р.А. Маринов, Г.П. Семенов, В.А. Матвеев. Руководителем испытаний от ГРЭС был назначен я. Испытания прошли успешно и позволили усовершенствовать систему противоаварийной автоматики ЭЭС. Испытания были актуальны особенно после «аварии века», произошедшей в 1965 г. в северо-восточной части энергосистемы США.

В 1970 г. мне встретился институтский товарищ Сергей Пищиков. Разговорились,



В.В.Васильченко, И.А. Лытаев,
О.П. Махарадзе, В.Я.Чепига

и вдруг он предложил мне должность начальника отдела эксплуатации установки У-25 Института высоких температур АН СССР электростанции проектной мощностью 25 МВт, работающей на магнитогиродинамическом принципе. Пищиков был там директором, а главными научными руководителями – академик, председатель ГКНТ СМ СССР В.А. Кириллин и академик А.Е. Шейндлин.

Поскольку на Конаковской ГРЭС закончился ввод мощностей, я со спокойной совестью решил перевестись на У-25, тем более что она находилась в ведении Главатомэнерго нашего министерства. Установка монтировалась, вводилось новое интересное оборудование, которого не было на электростанциях, мой опыт пригодился на новом месте, тем более что многие работники слабо разбирались в вопросах эксплуатации. Часто при написании какой-либо инструкции подходили к этому недостаточно профессионально, особенно к соблюдению мер безопасности. Было много пусков установки, но на мощность 25 МВт выйти так и не удалось, не смогли обеспечить и длительную работу, хотя бы при малой мощности. Нужно отдать должное тому, что в процессе освоения У-25 было многое достигнуто в области разработки и освоения новых материалов, в том числе новых электропроводных материалов с отрицательным температурным коэффициентом удельного сопротивления. Однако я довольно быстро понял, что это направление неперспективно для большой энергетики и стал думать о переходе в другую область.

К сожалению, в ЦДУ ЕЭС СССР в феврале 1973 г. произошел трагический случай: в авиакатастрофе в Чехословакии погибли четыре ведущих специалиста Управления, в том числе мой институтский товарищ Отар Махарадзе, и В.А. Семенов пригласил меня на его место.

Начальником ЦДУ был крупный специалист Константин Сергеевич Сторожук, главным инженером – Георгий Антонович Черня, с которым мы встречались еще на «Приднепровке». Меня назначили начальником службы разработки средств оперативного управления (РСОУ). Разнообразной работы было много. Нынешний диспетчерский щит в Китайском проезде еще строился и монтировался. Наша служба: А.П. Дорохин, В.М. Чижков, Н.В. Волкова, С.Т. Глушинский и др. совместно со службой телемеханики и связи занималась разработкой и изготовлением на заводе «Электропульта» новых диспетчерских пультов и приборов отображения информации. Знакомились с оборудованием в Космическом центре управления; пытались по их примеру внедрить систему отображения информации коллективного пользования для диспетчеров «Аристон», но вскоре отказались от нее из-за многих недостатков. Сделали систему отображения с дистанционным выводом на экран схем, выполненных на диапозитивах. Эта затея тоже не пошла – на пятки наступала вычислительная техника с дисплеями.

Новый диспетчерский щит ЦДУ был введен в октябре 1976 г. Мы старались удовлетворить требования дежурных диспетчеров, работая совместно с В.Т. Калитой, В.Н. Михайловым и др. Довольно быстро мы прошли через установку аналоговых

приборов отображения оперативных параметров в ЭЭС на пультах, через «индпошивное» изготовление дисплеев на базе бытовых телевизоров. Быстро менялись поколения вычислительных машин, устанавливаемых в ЦДУ. На мозаичном щите ЦДУ устанавливали первые цифровые приборы, изготовленные ЦЛЭМ Тулэнерго и Киевским опытным заводом треста «Союзэнергоавтоматика». Бывший диспетчерский пункт на Раушской набережной стал диспетчерским пунктом ОЭС Центра.

Г.А. Черня был главным конструктором ОАСУ «Энергия» и главным мотором, пробывавшим все в министерстве. Огромную помощь оказывал первый заместитель министра Е.И. Борисов.

По инициативе ЦДУ для организации оперативно-диспетчерского управления в энергетике приказом министра был создан трест «Союзэнергоавтоматика».

На базе разработанной концепции ОАСУ внедрялись АСДУ и АСУП в энергосистемах и ОДУ. Огромный вклад в это внесли В.А. Семенов, Е.И. Бланк, В.Г. Орнов, Э.В. Турский, В.В. Овчинников, Г.А. Дорошенко, В.А. Забегалов, В.Х. Ишкин, Н.П. Красовицкий и др., а также сотрудники ОДУ, Е.И. Петряев, впоследствии начальник ЦДУ, заместитель министра энергетики, В.И. Бердников, П.И. Салимон, М.А. Артибилов, Я.Г. Макушкин, В. Белый, Е.А. Мошкин, В.Б. Козельский и др.

По предложению ЦДУ приказом министерства создавались комиссии по приемке в эксплуатацию АСДУ энергосистем. Работу этих комиссий часто возглавляли представители ЦДУ. Это была пора сплошных командировок.

Главной проблемой при внедрении АСДУ был сбор оперативной информации, поэтому мы уделяли большое внимание разработке, выпуску и последующему оснащению энергосистем и энергообъектов современными устройствами телемеханики. По разработке ВНИИЭ (К.Г. Митюшин, А.Л. Вулис) на заводе «Электропульт» был организован выпуск устройств МКТ-1 и МКТ-2, которыми мы в первую очередь оснастили энергосистемы Северо-Запада и Юга (Украины). Поскольку эти устройства быстро устаревали, ЦНИИКА (А.М. Пшеничников, Я.А. Купершмидт, М.Л. Портнов) разработал и организовал по нашему заданию выпуск устройств телемеханики: вначале ТМ-511, которое установили в ЦДУ, а затем ТМ-512. Мы решили организовать внедрение ТМ-512 по зонам: ОЭС Средней Волги, ОЭС Урала, ОЭС Средней Азии, ОЭС Казахстана. В ОЭС Северного Кавказа решили внедрять устройства телемеханики ТМ-800В и ТМ-800А, разработанные и выпускавшиеся ПО «Телемеханика» (Нальчик). Хотя все эти устройства имели недостатки, которые приходилось устранять в процессе эксплуатации, система сбора и передачи информации стала функционировать достаточно надежно.

ЦДУ уделяло большое внимание успешному внедрению АСДУ в энергосистемах, был разработан ряд директивных материалов по созданию ОАСУ-Энергия.

В 70-е–80-е годы в павильоне «Электрификация» на ВДНХ под руководством ЦДУ проводились регулярные выставки средств оперативно-диспетчерского управления, а также совещания по обмену опытом внедрения АСДУ и ОАСУ.

Было налажено очень продуктивное взаимодействие с ОДУ, а также с институтами ВНИИ, Энергосетьпроектом, ЦНИИКА, российскими и зарубежными заводами-изготовителями оборудования и аппаратуры.

ЦДУ всегда уделяло самое серьезное внимание противоаварийной автоматике, поэтому было принято решение о разработке новых системных устройств противоаварийной автоматики на базе микропроцессорной техники. По техническим требованиям, разработанным ЦДУ и институтом «Энергосетьпроект», ЦНИИКА (А.М. Гуревич) разработал мажорированный комплекс ТА-100. Для организации сбора, обработки и отображения на диспетчерском щите телемеханической информации, поступающей в ЦДУ от ОДУ и ряда объектов Центра, первый экземпляр комплекса был установлен в ЦДУ, в ПО «Телемеханика» было выпущено несколько комплектов ТА-100, которые были разработаны совместно ЦНИИКА и заводом под руководством умнейшего специалиста Г.В. Антонова. На базе ТА-100 комплексы противоаварийного управления были внедрены в важных узлах: на Костромской ГРЭС, Братской ГЭС и ПС Южная Свердловэнерго. Большую работу по их внедрению проделал мой заместитель А.П. Дорохин. В 80-е годы микроэлектронная техника развивалась так стремительно, что ТА-100 устарела по элементной базе сразу после внедрения. На смену ей пришли комплексы ПА на базе мини- и микро-ЭВМ.

В 70-е–80-годы остро встал вопрос автоматизации учета и контроля электропотребления на предприятиях и в целом ряде энергосистем, а также контроля несения электростанциями рабочей

мощности. Нашей службе, а после слияния с РСОУ службе АСДУ руководством ЦДУ было поручено возглавить эту работу. После анализа и изучения имевшегося опыта на местах, в Белоруссии, где внедрялись системы ИИСЭ-1-48 БелЭНИНа, мы подготовили ряд директивных материалов и приказов министерства: об организации автоматизированного контроля и учета электропотребления на предприятиях; об автоматизации контроля и учета межсистемных перетоков электроэнергии и мощности; об автоматизации контроля несения рабочей мощности и др. Резко ускорились работы по выпуску счетчиков электроэнергии, оснащенных цифроимпульсными датчиками, сумматоров и информационно-измерительных систем. В этой сфере активно работали Киевэнерго совместно с КПИ, ОДУ Северо-Запада и др.

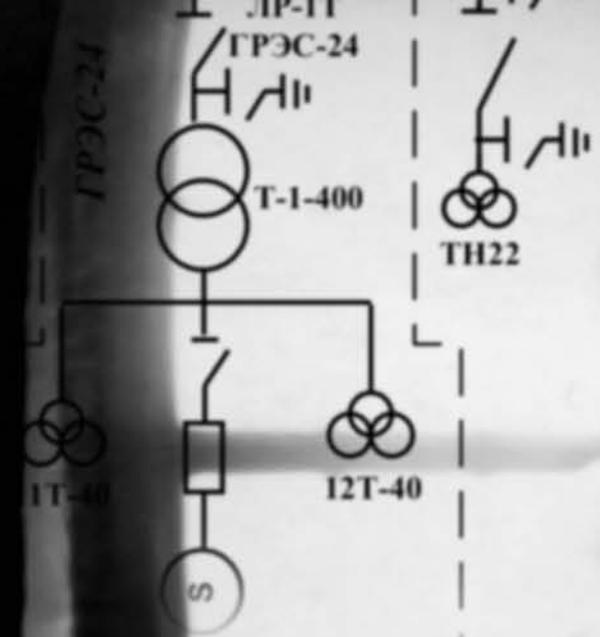
В 90-е годы, после распада СССР и образования РАО «ЕЭС России», остро встала проблема коммерческого учета межгосударственных перетоков электроэнергии и создания автоматизированной системы контроля и учета электроэнергии (АСКУЭ). Этой работой нам пришлось серьезно заниматься во главе с начальником службы АСДУ В.И. Кочкаревым. Активно этой работой занимались С.Н. Акимов и Е.В. Селиверстова. Мы разработали Концепцию АСКУЭ, которая была утверждена РАО. Поскольку требования к точности учета были повышены, то РАО дало разрешение на закупку импортных счетчиков фирмы «Шлюмберже», а также сумматоров МЕТС-МС и вновь разработанных по нашим техническим требованиям сумматоров МЕГАДАТА.

Этими устройствами были оснащены перетоки с Украиной, Казахстаном и другими странами.

Работа в ЦДУ доставляла удовольствие. Главное — в организации был дух единого коллектива в будни и в праздники. Не только начальники служб обеспечивали рабочее взаимодействие, но и рядовые сотрудники решали возникающие проблемы общими усилиями со смежными службами без всякого официоза.

Огромное удовольствие доставляли общение и дружба с Н.В. Лисицыным, А.К. Рудневым, В.В. Анохиным, Э.В. Турским, Б.Н. Былиным, А.В. Рогулиным. Особо хочется отметить большую работу заместителя начальника ЦДУ М.В. Сверчкова по обеспечению всех сторон жизнедеятельности коллектива, а также А.В. Рогулина и В.С. Власова, в том числе их участие в моих тяжелых переживаниях и проблемах.

Жизнь моя в энергетике прошла активно и, надеюсь, плодотворно. На моем жизненном пути встретилось много хороших людей. К сожалению, многие из них уже ушли из жизни, и нынешняя молодежь, может и не вспомнит о них. Разве что по старым техническим книгам и, если когда-нибудь покажут документальные фильмы об энергетических стройках в годы, когда ежегодно вводилось в строй 10–15 млн. кВт мощностей. Мы эти годы вспоминаем как светлые и радостные мгновения жизни, когда человек человеку был действительно товарищ и брат.





В.А. Семенов

Релейная часть жизни. Раушская набережная

Незадолго до окончания института, то ли в конце 1949-го, то ли в начале 1950 г, меня пригласили в комиссию по распределению, где я познакомился с человеком, с которым довелось постоянно контактировать почти в течение всей жизни – Н.В. Чернобровым. Его сопровождал известный всем старым мосэнерговцам кадровик И.Я. Чубаров. Н.В. Чернобровов пригласил меня на работу в Центральную службу защиты (ЦСЗ) Мосэнерго. Я честно признался, что релейную защиту знаю плохо, на что он с традиционной улыбкой ответил: «Мы примерно представляем, что Вы знаете».

В ЦСЗ пришли втроем – Виктор Елфимов, Вадим Коковин и я. Всегда считал и продолжаю считать и поныне, что мне повезло с работой. В ЦСЗ был сконцентрирован огромный опыт и технический интеллект: М.А. Беркович, В.Н. Вавин, М.Л. Голубев, И.В. Коваленский, М.Ф. Мельников, Н.В. Чернобровов – эти люди внесли неоценимый вклад в функционирование и развитие отечественной электроэнергетики.

Между собой мы вроде бы шутя повторяли любимую, как нам казалось, фразу Н. В. Чернобровова: «А что сделали Вы как инженер ЦСЗ?»

В ЦСЗ царила творческая атмосфера: начальство поощряло занятия преподавательской деятельностью, участие в написании технической литературы, инструктивных и методических материалов. Сотрудниками ЦСЗ В.Н. Вавиным, М.Л. Голубевым, М.А. Берковичем, И.В. Коваленским, А.И. Савостьяновым были опубликованы высококвалифицированные труды по релейной защите и автоматике.

М.Ф. Мельников, руководивший на общественных началах группой электрических сетей, неоднократно отказывался занять место заместителя начальника ЦСЗ, оставаясь неформальным лидером. Всегда аккуратно одетый, выдержанный и доброжелательный Михаил Федорович напоминал мне известный из литературы образ русского инженера начала XX столетия, сочетавшего большую эрудицию с высокими человеческими качествами.

Вот в такую очень благоприятную среду с головой окунулись мы, три выпускника МЭИ.

Уже в первые дни работы в ЦСЗ я услышал рассказы о происшедшей 18 декабря 1948 г. тяжелой системной аварии, приведшей к нарушению электроснабжения отдельных районов Москвы на несколько часов. Мне представляется, она послужила одним из стимулов того, что в начале 50-х годов в стране были начаты работы по повышению надежности релейной защиты и автоматики. В этот период были освоены высокочастотные защиты на линиях, устройства резервирования при отказе выключателей, защиты генераторов и трансформаторов с быстронасыщающимися трансформаторами, самосинхронизация генераторов и автосинхронизаторы и многое другое.

ЦСЗ Мосэнерго работала в тесном контакте с такими сыгравшими важнейшую роль в становлении отечественной теории и техники релейной защиты организациями, как ВНИИЭ (Е.Д. Сапир, П.К. Фейст, М.И. Царев, Я.С. Гельфанд и др.) и ЦЛЭМ Мосэнерго (Н.А. Басс, О.А. Гильчер., В.З. Никитский и др.). Аналогичные лаборатории успешно функционировали и в других энергосистемах – Донбассэнерго, Ленэнерго, Тулаэнерго, Челябинэнерго и т.д. Эти лаборатории сыграли важную роль в создании основ отечественного релестроения.

Большую роль в становлении и развитии науки и техники релейной защиты и автоматики сыграла комиссия при Государственном комитете по науке и технике, которую возглавлял профессор А.М. Федосеев. В ее работе участвовали лучшие специалисты страны, в том числе группа ведущих специалистов из

института «Теплоэлектропроект» (в дальнейшем «Энергосетьпроект») в составе М.М. Богина, В.Н. Красева, С.Я. Петрова и др.

Огромное значение в воспитании кадров специалистов-релейщиков имели производственные совещания, посвященные самым различным проблемам. В Мосэнерго они обычно проводились под руководством начальника службы релейной защиты и автоматики (РЗА) Н.В. Чернобровова. На этих совещаниях мы, молодые специалисты, встречались с приезжающими с электростанций и сетевых районов инженерами и техниками, получали информацию от старых, опытных специалистов, таких как Н.И. Кряжков (Сталингорская ГРЭС), Ф.И. Советов (ГЭС-1), А.В. Богословский (Угличская ГЭС), М.И. Баскаков (Рыбинская ГЭС), Г.И. Мерцалов (Щекинская ГРЭС) и многих других.

По линии научно-технического общества проводились всесоюзные совещания, которыми руководили патриарх релейного товарищества А.М. Федосеев и представитель Главтехуправления Е.Д. Зейлидзон. На них собирались специалисты-релейщики со всей страны. На совещаниях царил обстановка дружеского сотрудничества и уважения. Здесь я познакомился с такими яркими личностями, как В.И. Дорофеев и М.И. Песочин (Днепроэнерго), Е.С. Габа и И.Н. Петрушевский (Донбассэнерго), Ф.Ф. Дерюгин (Челябэнерго), Б.А. Хомутов (Пермэнерго), Ш.Г. Абрамян (Куйбышевская ГЭС), Г.Э. Линт и С.М. Прессман (Самара), М.И. Левин (ОДУ Урала), И.Н. Александров (Белоруссэнерго) и многими, многими другими, ставшими моими товарищами и учителями.



ЦСЗ Мосэнерго в 1950-1951 гг. Слева направо:
Легендарная Людмила Григорьевна Смирнова (Хозяйка – Службы),
Н.Ф. Шибенко, В.В. Мусатов, М.И. Дударева, М.Л. Голубев, М.Ф. Мельников,
Л.А. Кириллова, Л. Лебедева, Б. Елфимова, В.Н. Вавин, В.Е. Коковин,
А.И. Приданцева, М.А. Беркович, В.В. Ильиничнин, П.Д. Черняев,
М.В. Чуйкова, В.А. Семенов.

Наши встречи являлись школой передового опыта. Производственные отношения часто переходили в крепкую мужскую дружбу. Были среди релейщиков, конечно, и женщины, внесшие свой вклад в дело создания и совершенствования релейной защиты и автоматики Единой энергосистемы: Т.Н. Дороднова, Б.Я. Смелянская и другие.

В 1961 г. я перешел на работу в службу защиты ОДУ ЕЭС европейской части страны, где меня встретил дружный коллектив мосэнерговцев: М.А. Беркович, М.Ф. Мельников, В.В. Овчинников, В.Е. Коковин. Небольшой и слаженный коллектив ОДУ, во главе которого стоял



М.А. Беркович

опытный диспетчер К.Т. Нахапетян, постоянно находился в центре функционирования и развития Единой энергосистемы страны.

Основную роль в работе ОДУ играла служба режимов, которой руководили д.т.н. С.А. Совалов и Ю.Н. Баскаков. С именем С.А. Совалова, который так же, как и большинство работающих в ОДУ, прошел школу Мосэнерго, связаны фундаментальные труды в области диспетчерского и противоаварийного управления, теоретических основ исследований режимов энергообъединений. Он внес огромный вклад в создание и развитие Единой энергосистемы страны.

Исключительно одаренным человеком был заместитель С.А. Совалова Ю.Н. Баскаков. Блестяще владея математикой и уверенно применяя ее аппарат к решению одолевавших нас проблем, он вместе с тем мог просто и доступно объяснить их слушателю. Он никогда не отказывал в консультации и был для нас, сравнительно молодых людей, неоценимым наставником. Три старших товарища, представлявших интеллектуальное ядро организации, напоминали мне образы русских инженеров начала XX столетия.

Новой проблемой для всех нас был быстро развивающийся комплекс устройств противоаварийной автоматики — новой области науки и техники, в которой до настоящего времени не превзойден авторитет отечественных ученых и инженеров.

В 1969 г. я перешел на работу в ЦДУ, где, по сути дела, занялся новой для себя проблемой — АСДУ.

Идет 2001 год. Я, как и многие мои друзья, существенно снизил свою производственную активность, но продолжаю работать, не мысля своей жизни без деятельности на производстве.

Кто-то из моих товарищей по службе приучил меня фиксировать изданные мною в большинстве случаев совместно с товарищами по работе печатные труды. В большом списке, который я сейчас держу в руках, их 280.

Первая книжка, написанная с М.А. Берковичем — «Основы техники и эксплуатации релейной защиты», — была издана в 1954 г. и выдержала впоследствии пять переизданий, в том числе на английском и китайском языках. Последнее, пятое издание, объемом более 30 п.л., вышло в свет в 1971 г. Таким образом, книга эта издавалась на протяжении 17 лет.

Одновременно, начиная с 1956 г., в журналах ("Электрические станции", «Энергетик») и различных сборниках было опубликовано несколько статей, посвященных эксплуатации и функционированию устройств релейной защиты и автоматики. С 1954 по 1961 г. было издано 24 статьи и брошюры.

В написании брошюр и статей принимали участие М.А. Беркович, Н.В. Виноградов, В.С. Гусев, М.Л. Голубев, В.В. Ильиничин, В.В. Молчанов, В.В. Овчинников, В.М. Елфимов, У.К. Курбангалиев и другие.

Наряду с написанием материалов о принципах и конструкциях разных устройств РЗА все больше внимания уделялось устройствам их проверки. Таким образом, появились статьи, освещавшие эти вопросы, для Всесоюзного заочного политехнического института.

Книга «Релейная защита» была переиздана на английском языке в издательстве «Мир». Большое внимание было уделено изданию справочника по релейной защите объемом 52 п.л., в написании которого наряду с работниками ЦСЗ Мосэнерго участвовали проектировщики (Ю.Г. Назаров, Н.Е. Рибель и др.).

К 1967 г., примерно за 10 лет, было опубликовано 42 печатных работы, посвященных релейной защите и автоматике. К числу активно пишущих статьи и инструкции присоединились М.В. Мельников и др. Большое внимание в эти годы уделялось инструкциям по проверке устройств РЗиА. В число авторов по этой тематике вошли А.Н. Каменский, В.Е. Коковин, А.Н. Комаров, М.Т. Левченко, П.Д. Черняев, Л.С. Жданов, В.Н. Кудрявцев, К.А. Бринкис и др. Много статей публиковалось в журналах «Электрические станции», «Энергетик». Выпускались сборники, посвященные опыту разработки и эксплуатации устройств релейной защиты и автоматики.

К 1970 г. число изданий с моим участием превысило 60. К 1974 г. число изданий выросло до 78. К авторам присоединились М.Н. Хомяков, Е.И. Бланк, В.И. Пуляев, Ю.В. Усачев.

С.А. Соваловым совместно с Г.А. Черней, Я.Н. Лугинским, О.П. Махарадзе и др. были опубликованы статьи на английском и немецком языках. Расширилась тематика статей, публиковавшихся в журналах «Электрические станции», «Электричество», различных сборниках, возросло число авторских свидетельств.

В 1976 г. число изданий выросло до 97, к 1977 г. — до 105, 1978 г. — до 122. Все

больше специалистов привлекалось к работе со специалистами службы ЦСЗ Мосэнерго. К 1979 г. число соавторов статей выросло до 130, а к 1980 г. — до 148. К членам писательских коллективов примкнули Г.А. Черня, В.А. Веников, К.Г. Митюшкин, П.Н. Соловьев и др.

К 1981 г. число участников писательского коллектива ЦСЗ Мосэнерго выросло до 159, к 1983 г. — до 184, к 1984 г. — до 223, к 1989 г. — до 253, к 2001 г. — до 260.

Наряду с работниками Мосэнерго в написании статей участвовали научные сотрудники ВНИИЭ, Теплоэлектропроекта, СIGRE, Информэнерго. Было опубликовано несколько работ на английском языке.

Специалисты России все активнее включаются в совместную писательскую деятельность для научно-технических изданий: отечественных (Информэнерго, ВИНТИ, ВНИИЭ, МЭИ и др.) и международных (СИГРЭ, Energy Review и др.)



Г.А. Черня





В.В. Овчинников

Самое светлое время жизни

За живым потоком событий я все больше «прикипал» к делам релейщиков из Дальних передач и ОДУ ЕЭС европейской части Союза. Начальник Службы защиты и автоматики ОДУ Михаил Арнольдович Беркович в октябре 1966 г. предложил мне перейти на работу в его службу. Я без колебаний согласился, несмотря на то, что нужно было с должности руководителя группы службы ЦСЗ Мосэнерго идти на должность старшего инженера, поскольку в штатном расписании ОДУ между старшим инженером и заместителем



Начальник ОДУ ЕЭС – К.Т. Нахапетян, 1967 г.

начальника службы других единиц не было. Предложение Михаила Арнольдовича работать в таком авторитетном коллективе я воспринял как большую честь. Сфера деятельности службы существенно отличалась от ЦСЗ Мосэнерго: ОДУ курировало не только электропередачи 500 кВ, но и генерирующие источники в основной системообразующей сети (Куйбышевскую, Волгоградскую, вновь вводимую Саратовскую ГЭС, Костромскую ГРЭС и др.), межсистемные связи с ОЭС Северо-Запада, Юга, Средней Волги, Урала с энергосистемами Центра. Кроме расчетов уставок

защит и линейной автоматики, которые велись с участием или по согласованию со службами защиты этих энергосистем, львиную долю работы и расчетов занимали работы интенсивно развивающейся противоаварийной автоматики. В этих работах «защитники» теснейшим образом взаимодействовали со службой электрических режимов и руководством диспетчерской части ОДУ: Василием Тихоновичем Калитой, Соломоном Абрамовичем Соваловым, Юрием Николаевичем Баскаковым, Владимиром Васильевичем Васильченко, Вадимом Константиновичем Мешковым и др. Особое место в этой блестящей плеяде известнейших инженеров и ученых занимал руководитель – начальник ОДУ Корюн Татевосович Нахапетян. О нем авторитетные люди отзывались так: «Портрет его при жизни должен висеть в диспетчерском зале и в кабинетах ОЭС вместо стандартных портретов».

Очень важную роль выполняла служба гидроэнергетических режимов во главе с Владиславом Александровичем Степановым, который во взаимодействии с Госпланом, Министерством водного хозяйства и другими ведомствами представлял интересы Минэнерго в деле управления гидроэнергетическими ресурсами Волжско-Камского, Днепровского каскадов ГЭС, а в дальнейшем и режимами сибирских рек, что решительным образом влияло на разработку долгосрочных прогнозов,

планирование сезонных и краткосрочных графиков электрических режимов ОЭС.

Работа по расчетам нормальных, ремонтных и аварийных режимов, токов коротких замыканий для выбора уставок устройств релейной защиты и систем противоаварийной автоматики требовала внедрения и использования специализированной вычислительной техники. Вначале это были устройства физического моделирования схем замещения сетей, затем появились ЭВМ второго поколения М-222, БЭСМ-4, и позже – машины третьего поколения. Всем этим сложным и столь необходимым для повседневной работы различных служб хозяйством руководил мой однокурсник Эдуард Владиславович Турский. Он был едва ли не самым старшим среди студентов Э-48, успел поработать до института несколько лет в энергетике и, придя в ОДУ ЕЭС сразу по окончании института, активно включился в масштабные работы по становлению и развитию Единой энергосистемы. К тому времени, когда я пришел на работу в ОДУ, Э.В. Турский собрал прекрасно функционирующий коллектив службы вычислительной техники, в значительной степени сформированный из кадров вычислителей ЦСЗ Мосэнерго (В.Я. Чепига, С.Н. Аристова и др.)

О себе в годы работы в ОДУ ЕЭС могу сказать: Это был (1966–1969 гг.) самый счастливый период моей рабочей биографии. Я попал в атмосферу удивительной даже для тех

лет благожелательности, постоянного ощущения дружеского участия и уважения со стороны коллектива специалистов высочайшего класса, людей, известных всему электроэнергетическому сообществу страны. Для меня на всю жизнь осталась в памяти как самая высокая награда фраза, произнесенная обычно скупым на похвалы Михаилом Арнольдовичем Берковичем на одном из производственных совещаний: «Вот к нам пришел новый сотрудник Овчинников, сел за стол и сразу включился в работу». Это означало, что мне сразу доверили курировать Куйбышевскую электропередачу 500 кВ вместе с Куйбышевской ГЭС, Саратовскую ГЭС с электропередачей 500 кВ Саратов–Ключики–Вешкайма, Костромскую ГРЭС, ряд верхневолжских энергосистем и некоторые другие. Этот участок работы мне достался в «наследство» от В.А. Семенова, который стал заместителем начальника службы РЗиА.

Значительную зону: Волгоградскую ГЭС, электропередачу Волгоград–Москва и прилегающие энергосистемы, связи ОЭС Центра с ОЭС Юга (Украина) курировал Вадим Евгеньевич Коковин.

В службе работали: Михаил Федорович Мельников, лауреат Ленинской премии, Анатолий Бенционович Барзам, автор известной книги «Противоаварийная автоматика», Б.И. Складневский – телемеханика традиционно была «близкой родственницей» релейной защиты и автоматики. Очень ответственная и

хорошо владеющая вопросами оперативной работы Лидия Федоровна Алексеева грамотно следила за состоянием всей оперативно-технической документации, полным соответствием всех положений диспетчерской документации в части релейной защиты, противоаварийной автоматики и электрических режимов ЕЭС. Позже появился в службе Владимир Васильевич Ильиничнин, занимавшийся одно время вопросами гашения во вторичных обмотках одноамперных трансформаторов тока и токовых цепях переходных процессов, обусловленных апериодической составляющей.

Наряду с оперативной работой коллектив, возглавляемый К.Т. Нахапетяном, В.Т. Калитой, С.А. Соваловым, вел уникальные, даже по мировым меркам, исследовательские работы. Памятны натурные испытания по установлению реального уровня статической устойчивости Волгоградской передачи. К проведению эксперимента были привлечены многочисленные коллективы научно-исследовательских институтов, Управления дальних передач, Волгоградской ГЭС и др. Руководство ОДУ было настолько уверено в успехе испытаний, что «вываливали» из синхронизма электропередачу Волгоград–Москва в 19 часов вечера в день, когда в Москве проводилось какое-то общесоюзное партийное мероприятие. Мое рабочее место было на диспетчерском пункте ОДУ ЕЭС, и когда в люстре часто — часто заморгали лампочки, я живо вспомнил событие 18 декабря 1948 г.

Беспрецедентным был эксперимент по созданию полувольты — полуторатысячной длины цепи из электропередач Волгоград–Москва, Москва–Куйбышев, Куйбышев–Урал.

Памятен случай, характеризующий масштабность работ, проводившихся коллективом ОДУ. К 100-летию со дня рождения В.И. Ленина Пролетарский райком партии потребовал представления дополнительных сообразительств. Мы, профком и партбюро ОДУ, задумались: и событие не рядовое, и на фоне таких гигантов, как ЗИЛ, завод «Динамо» и др., подопечных Пролетарского райкома, наша организация из 70 человек должна выглядеть достойно. Режимщики вместе с другими службами и руководством решили «приподнять» на доли процента норматив допустимого предела передаваемой мощности по Волгоградской и Куйбышевской электропередачам 500 кВ. Это было эквивалентно дополнительной экономии 300 тыс. тонн условного топлива в ЕЭС за оставшиеся месяцы года. Были проведены тщательные расчеты, юбилейные сообразительства единодушно приняты на общем собрании коллектива и направлены в райком.

Соответствующие технологические службы заложили новые нормативы в графики и жизнь пошла своим чередом. Вдруг в один прекрасный день в ОДУ нагрянула комиссия и начала «копать» в поисках факта очковтирательства. Люди, имеющие дело с многотысячными коллективами гигантов, известных на всю страну — ЗИЛ, «Динамо», «Серп и Молот», — не могли поверить, что такой мощный экономический эффект может

быть достигнут малочисленным коллективом Управления. Разбирательство постепенно превратилось в углубленное изучение процесса работы объединенной энергосистемы, и в результате ОДУ было награждено грамотой и выпелом в честь выполнения юбилейных обязательств.

Кроме оперативной работы, работники службы проводили очень большую аналитическую работу; обобщался опыт эксплуатации релейной защиты. За период с 1961 по 1967 г. в сетях 500 кВ произошло более 500 повреждений, при этом имело место порядка 2300 действий релейной защиты. Средний процент правильных действий составил 92,5%, неправильных — 7,5%. Кураторы и руководители службы вели скрупулезный учет и анализ всех правильных и неправильных действий защиты и автоматики. Неправильные, ложные действия и отказы анализировались на предмет ошибочных действий и недосмотра релейного и оперативного персонала. Эта огромная работа обеспечивалась армией релейщиков на объектах и в организациях УДП, территориальных ОДУ и энергосистемах. Результаты анализа, обобщения опыта оперативно доводились до эксплуатационного персонала, проектных, научных и конструкторских организаций, становясь базой для совершенствования и модернизации устройств и систем. Указывалось на необходимость повышения оперативности научных и проектных институтов, заводов-изготовителей по устранению недостатков, выявленных в эксплуатации.

В течение семи лет в ЕЭС европейской части были два случая отказа всех



Эпизод подготовки автоматики и релейной защиты к включению под нагрузку линии 750 кВ Конаково–Ленинград. Наладку ведут: Н.Н. Гиков (УДП, Москва), Е.П. Штемпель (ВНИИИЭ) 1976 г.

защит на ЛЭП 500 кВ, один из которых — при трехфазном КЗ. Вопрос о возможности осуществления дальнего резервирования с помощью дистанционных защит был исследован и затем освещен В.А. Семеновым (ОДУ ЕЭС) и В.Н. Кудрявцевым (Мосэнерго) в статье, опубликованной в сборнике «Опыт эксплуатации релейной защиты и электроавтоматики в энергосистемах». Авторы отмечали, что, учитывая большую опасность для устойчивой работы ЕЭС неотключенного короткого замыкания, службы защиты ОДУ и Мосэнерго рассмотрели вопрос об осуществлении дальнего резервирования с помощью дистанционных защит, в том числе и при сравнительно редких случаях междуфазных КЗ.

В.А. Семенов неоднократно обращался к проблемам поведения дистанционных



Служба РЗА ЦДУ ЕЭС СССР, 80-е годы.

защит в процессе их эксплуатации на линиях 500 кВ. В частности, для предотвращения пуска блокировки при качаниях из-за появления на выходе фильтра обратной последовательности напряжений высших гармоник им была рекомендована установка дополнительных фильтров третьей гармоники, а также предложен ряд других усовершенствований. Рассматривались особенности поведения дистанционных защит в зависимости от подключения цепей напряжения к трансформаторам напряжения, установленным на линии или шинах подстанции. Эти особенности нашли отражение в соответствующих методических и директивных документах Главтехуправления Минэнерго, подготавливавшихся персоналом эксплуатационных организаций.

Существенное внимание уделялось сотрудниками СРЗАиТ и режимов

ОДУ ЕЭС состоянию, опыту эксплуатации и мероприятиям по улучшению принципов выполнения и устройств противоаварийной режимной автоматики. Здесь уместно еще раз вспомнить имена выдающихся режимщиков, с которыми мне посчастливилось работать в ОДУ ЕЭС: С.А. Савалова, Ю.Н. Баскакова, В.В. Васильченко, В.К. Мешкова и др.

В 1969 г. ОДУ европейской части было присоединено к ЦДУ ЕЭС СССР. В первые же дни я был вызван к главному инженеру управления Георгию Антоновичу Черне, недавно назначенному главным конструктором ОАСУ – «Энергия», и получил исчерпывающе четкий лаконичный инструктаж относительно задач, которые мне следует решать в качестве руководителя одной из служб, отвечающих за автоматизацию всей отрасли и прежде всего за автоматизированные системы диспетчерского управления ЕЭС СССР. Впрочем, для нас, релейщиков, автоматизированные процессы управления и прежде всего технологические процессы всегда были родным делом. Появились только новая техника, технологии, наука об информатизации, и я почти 30 лет посвятил «освоению целины», именуемой АСДУ и ОАСУ – «Энергия».

СССР - МЭС
ГЛАВЦЕНТР
РАЙОННОЕ УП
ЗВЕРГЕТИЧЕСКИМ
УРУССУЭ





Е.С. Иглицкий

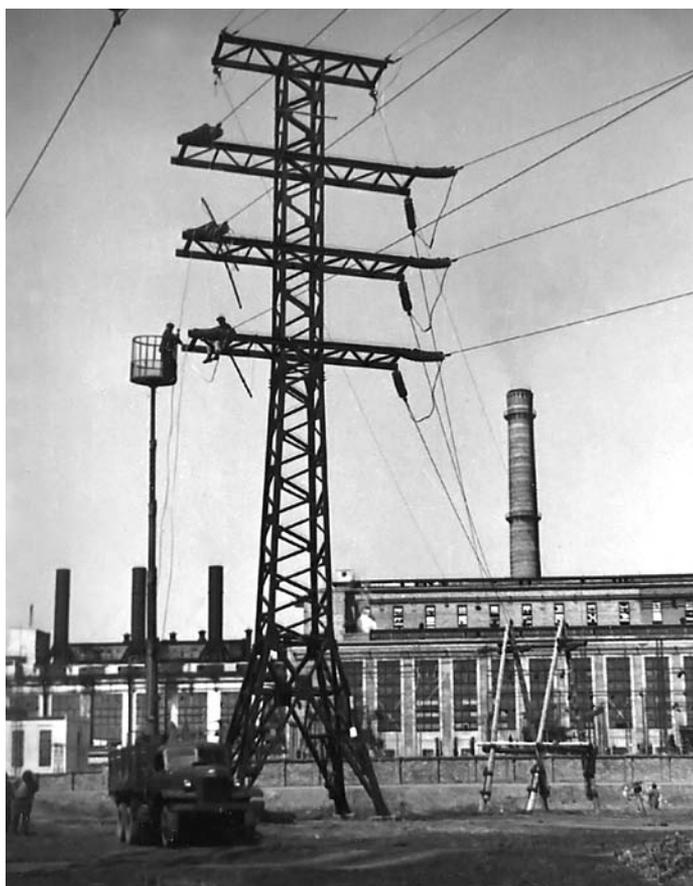
Как это было

...Апрель 1954 г. Мы, четверо выпускников Московского энергетического института – Орлен Лабок, Толя Лившиц, Исак Таубес и я, Евгений Иглицкий, – едем на работу в Уруссу. Название это звучит для нас таинственно, тревожно, по созвучию вызывает мысли об Уссурийской тайге...

Распределили нас довольно быстро: И. Таубеса – на Уруссинскую ГРЭС, стажироваться на дежурного инженера станции, троих остальных, включая и меня, в Уруссинские электросети. Первые впечатления, знакомство с людьми, с предстоящей работой.

Если бы сейчас меня спросили, кто был моим первым учителем после

института, я, не задумываясь, назвал бы Льва Николаевича Стрелкова, окончившего наш же институт четырьмя годами раньше, главного инженера Уруссинских электросетей. Он учил нас всему, начиная от сложных вопросов и, кончая какими-нибудь пустяками, непростыми, однако, для едва оперившихся инженеров.



Уруссинская ГРЭС в 60-е годы

Прошло немного времени после начала работы, и меня командировали в город Альметьевск, где сооружалась подстанция 110 кВ. Это оказалось прекрасной школой для молодого специалиста: нужно было осваивать новую технику (на подстанции монтировались, налаживались первые в системе воздушные выключатели), обучаться приемам «борьбы» с монтажниками, даже освоить их специфический лексикон. Все это очень пригодилось в дальнейшем, когда пришлось принимать из монтажа и наладки многие важнейшие объекты. Меня называли куратором энергосистемы, и это нравилось. ПС Альметьево была включена осенью 1954 г., примерно в это же время включили ПС Азнакаево, что завершило сооружение кольца 110 кВ.

В канун нового 1955 г. в Уруссу приехал с проверкой из Москвы старший инженер службы защиты, автоматики и телемеханики ОДУ Главцентрэнерго Анатолий Бенционович Барзам, познакомился с делами, долго охал, разводил руками: как же так, Уруссуэнерго не имеет Центральной службы релейной защиты! Вскоре пришло предписание, подписанное главным инженером Главцентрэнерго А. Немовым и начальником СЗАТ ОДУ Главцентрэнерго Н. Чернобрововым: создать в Уруссуэнерго Центральную службу релейной защиты и автоматики, срок — немедленно! И вот выходит соответствующий приказ об организации ЦС РЗАИ энергосистемы в составе ... трех человек (не считая Центральной лаборатории, созданной этим же приказом) во

главе с Кларой Владимировной Ивановой, также выпускницей МЭИ, ранее возглавлявшей электролабораторию Урусинской ГРЭС. Мне предложили работать в этой службе. Так я стал релейщиком.

Началась совершенно новая работа, все надо было познавать практически заново. Волнующим событием стало включение Урусинской энергосистемы, работавшей изолированно, на параллельную работу с Башкирэнерго через ПС 110 кВ Субханкулово, где были включены три первые панели дистанционной защиты ПЗ-157, налаженные собственными силами, и вслед за этим, в 1958 г., включение ПС 400 кВ Бугульма. Так Урусинская энергосистема вошла в состав Единой энергосистемы европейской части СССР.

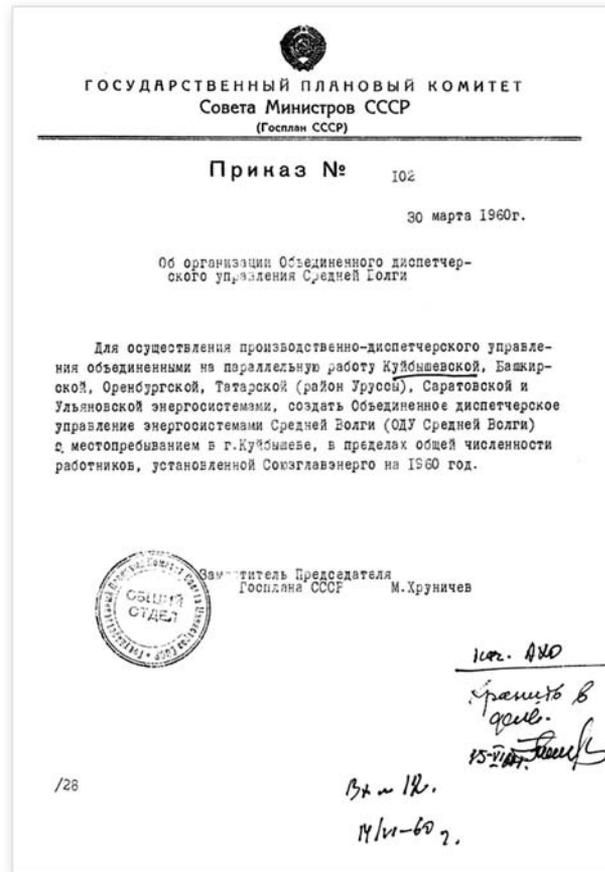
К этому времени в стране уже прошла реорганизация управления экономикой, были созданы совнархозы. В составе Татарского Совнархоза было организовано энергетическое управление, произошло объединение двух энергосистем – Казанской и Урусинской. Объединились и центральные службы релейной защиты и автоматики. Объединенную службу некоторое время возглавлял Вячеслав Иванович Смирнов, а затем ее начальником стала Клара Владимировна Иванова. Под ее энергичным и умным руководством служба вскоре стала одним из лучших подразделений управления. Здесь умело сочетались опыт и знания таких кадровых работников, как Зельман Израилевич Фремдланд с задором и энергией молодых: Марса Салиховича



Торжества в Урусу в связи с 25-летием Урусинской ГРЭС, 1969 г.
В первом ряду второй слева – управляющий «Татэнерго» В.К. Шибанов,
во втором ряду пятый слева – Л.Н. Стрельников.

Баязитова, Валерия Васильевича Сивелькина, Анатолия Георгиевича Яковлева.

Назову некоторые основные вехи развития нашей энергосистемы: 1959 г. – продление электропередачи 400 кВ Волжская ГЭС – Бугульма до Челябинска и Свердловска; 1963 г. – ввод в эксплуатацию Заинской ГРЭС; 1964 г. – перевод на напряжение 500 кВ электропередачи Волжская ГЭС – Бугульма и ПС Бугульма; 1965 г. – включение линии 500 кВ Заинская ГРЭС – Бугульма; 1971 г. – включение межсистемной линии 500 кВ Заинская ГРЭС – Кармановская ГРЭС Башкирэнерго. Главная заслуга в выполнении этих и многих других работ принадлежала релейщикам на местах, которые видели в



своей центральной службе штаб релейных дел системы, признавали ее (службы) авторитет. Немаловажную роль здесь сыграла и установившаяся традиция — ежегодные совещания релейщиков всех предприятий, проводившиеся в разных городах республики.

В 1960 г. было создано Объединенное диспетчерское управление (ОДУ) энергосистемами Средней Волги, в том числе Татарской, и наша служба оказа-

лась в оперативном подчинении службы РЗА ОДУ Средней Волги, возглавляемой Соломоном Матвеевичем Прессманом — мудрым Соломоном, как мы его про себя называли. Затем его сменил Эдуард Робертович Биргель.

В 1966 г. в структуре энергоуправления была создана служба перспективного развития. Ее начальником назначили К.В. Иванову, а возглавить службу РЗА поручили мне. Так продолжалось до 1971 г.

Наша служба была тесно связана со службой РЗА Центрального диспетчерского управления Единой энергосистемы СССР, созданного в апреле 1969 г. Я был хорошо знаком с начальником этой службы Михаилом Арнольдовичем Берковичем еще с того времени, когда он возглавил СЗАТ ОДУ Главцентрэнерго, сменив Н.В. Чернобровова. Михаил Арнольдович знал, что меня распределили в Татарию, хотя по рождению я был москвичом, знал, что в Москве у меня родители-пенсионеры, и предложил работать в его службе, помог оформить перевод. Подошло 12 июня 1971 г. — день моего отъезда из Казани. Как сейчас помню моих друзей и коллег, собравшихся на перроне вокзала. Напутствия, пожелания. Что-то говорю, но голос дрожит, глаза делаются влажными. Семнадцать с лишним лет — как семнадцать мгновений.

А впереди — другие люди, другая работа, другая жизнь.

Новая работа по содержанию не очень отличалась от той, которой я занимался в Казани, хотя здесь были другие масштабы, другие требования,

поскольку ЦДУ ЕЭС СССР являлось высшим органом оперативного управления энергосистемами страны. Многого пришлось познавать, многому учиться. За мной были закреплены по принципу курирования Объединенные энергосистемы ОЭС Средней Волги (так сказать, моя «малая родина»), Урала, Казахстана, Сибири. Позднее пришлось заниматься ОЭС Средней Азии и ОЭС Востока, которые работали отдельно с ЕЭС.

Не буду перечислять все, что было разработано, выполнено, включено. Остановлюсь подробно лишь на важной, в каком-то смысле пионерной, работе, выполненной в ОЭС Урала: включение комплекса централизованной противоаварийной автоматики (ЦПА) с применением в качестве устройства автоматической дозировки воздействий управляющего вычислительного комплекса, установленного на ПС Южная Свердловэнерго. Внедрению предшествовали научно-исследовательские и проектные работы, выполнявшиеся НИИПТом, Уральским отделением Энергосетьпроекта, ОДУ Урала. Разработка специального математического обеспечения, а также наладка комплекса технических средств ТА-100 и аппаратуры телепередачи сигналов осуществлялась монтажно-наладочным управлением треста «Электроцентромонтаж». Координация всех работ была поручена ОДУ Урала. Важная роль в выполнении этой работы принадлежала работникам службы РЗА ОДУ Урала Евгению Алексеевичу Мошкину, ставшему впоследствии главным диспетчером ОДУ Урала, и Александрю Михайловичу Слодаржу.

Комплекс ЦПА был включен в опытную эксплуатацию с действием на сигнал. За период опытной эксплуатации были всесторонне проверены взаимодействие ТА-100 с приемниками телеинформации, средства диалога, технологические программы, устранены выявленные дефекты в аппаратуре и программах, закончены работы по вводу периферийных устройств телемеханики. Одновременно совместно с ЦДУ ЕЭС СССР отрабатывались вопросы оперативного обслуживания комплекса ЦПА, готовилась оперативная документация, обучался оперативный персонал. Силами ОДУ Урала проводились работы по созданию системы прямого диалога между диспетчером ОДУ и УВК ТА-100.

В 1981 г. комплекс ЦПА с УВК ТА-100 был принят во временную промышленную эксплуатацию с управляющими воздействиями в зависимости от характера и места аварийного возмущения и режима ОЭС на отключение генерирующей мощности, отключение нагрузки или деление сети.

В 1982 г. комиссия под председательством главного диспетчера ЦДУ ЕЭС СССР приняла комплекс ЦПА сети 500 кВ ОЭС Урала в постоянную промышленную эксплуатацию. Работа комплекса после ввода в эксплуатацию показала его высокую надежность и эффективность. При каждом случае аварийного отключения одной из линий 500 кВ комплексом формировались управляющие воздействия, предотвращающие нарушение устойчивости по оставшимся в работе линиям.

Традиция релейщиков собираться на свои совещания, обсуждать результаты работы, наболевшие проблемы, обмениваться опытом, получать новейшую инфор-



На подстанции «Белый Раст», 1989 г.
Слева направо: В.Е. Коковин, А.Ф. Морозова, А.Р. Галицина,
Е.С. Иглицкий.

мацию из первых рук продолжала существовать и активно поддерживалась руководством службы РЗА ЦДУ. В качестве куратора я участвовал в совещаниях, которые организовывали службы РЗА ОЭС для своих энергосистем. В ОЭС Урала такие совещания проходили в Свердловске (ныне Екатеринбург), т.е. в городе, где находится ОДУ, в других же ОЭС организация и проведение совещаний поручались энергосистемам, и адрес совещания периодически менялся. В 1981 г. службы РЗА энергосистем, входящих в ОЭС Средней Волги, собрались в Казани и я, как представитель ЦДУ ЕЭС СССР, отправился на свою «малую родину».

Кроме региональных совещаний проводились и Всесоюзные, более широкие, на которые приглашались представители проектных и монтажно-наладочных организаций, заводов-изготовителей аппаратуры и т.д. Запомнилось прекрасно организованное в 1974 г. в Риге совещание с участием более 200 человек. Позднее всесоюзные, а затем всероссийские совещания, конференции стали проводиться ЦДУ совместно с павильоном «Электрификация» ВДНХ СССР (ВВЦ России). Я оказался непосредственно связан с этой работой в 1983 и 1989 г. Были проведены два совещания с широким представительством практически от всех энергопредприятий, подготовлены и изданы тезисы докладов. Одновременно проходила выставка новейших разработок техники РЗА, выполненных промышленными предприятиями и электролабораториями энергосистем, выпущен каталог экспонатов. Отчеты о совещаниях были опубликованы в журнале «Электрические станции» (№ 7, 1984 г. и № 2, 1990 г.) На базе каждого из совещаний были проведены по два выездных региональных совещания: в 1984 г. в Киеве и Витебске, в 1989 г. в Ростове и Риге. Основной темой совещаний 1989 г. были новейшие устройства релейной защиты и автоматики на полупроводниковой и микроэлектронной основе и с использованием микропроцессорной техники. Следует отметить большую роль в организации и проведении этих совещаний Татьяны Алексеевны Желебовской, методиста, а впоследствии одного из руководителей павильона «Электрификация».

Еще работая в Татарии, я участвовал в работе научно-технического общества, одно время возглавлял электротехническую секцию. Тогда же в журнале «Электрические станции» были опубликованы несколько моих статей, а в 1970 г. по линии НТО по инициативе и при самом активном участии релейщиков издательством «Энергия» был выпущен сборник «Опыт эксплуатации энергетического оборудования в Татарской энергосистеме». Позднее, уже работая в ЦДУ, я принимал участие в разработке новых принципов учета и оценки работы устройств противоаварийной автоматики. В этой работе, которая велась под руководством начальника нашей службы Н.В. Виноградова, принимали участие Е.Д. Зейлидзон (ВНИИЭ) и М.И. Сулимова (Союзтехэнерго). Ее результаты были изложены в статье в журнале «Электрические станции» (№ 1, 1981 г.), докладывались на совещаниях на ВДНХ СССР, в Ростове и Риге. На эту тему я также проводил занятия в ВИПКЭнерго в Ленинграде.

Хочется вспомнить и совместную работу с моим однокурсником, научным сотрудником института «Энергосетьпроект» Яковом Ефимовичем Гоником, завершившуюся выпуском в 1988 г. издательством «Энергоатомиздат» книги «Автоматика ликвидации асинхронного режима», в которой были использованы работы ЭСПа и материалы ОДУ Север-Запада.

Рассказывая о работе в службе РЗА ЦДУ ЕЭС СССР, не хочется ограничиваться только производственной темой. Служба представляла довольно дружный коллектив, и я, как профорг,

старался этому всячески способствовать. Мы делились своими проблемами, вместе отмечали праздники и дни рождения, участвовали в общественной жизни ЦДУ. Апофеозом нашей деятельности стало выступление Ансамбля релейщиков на юбилейном вечере, посвященном 20-летию ЦДУ ЕЭС СССР. Дело в том, что свободное от релейной защиты время я посвящал музыке, играл на скрипке, был участником камерного оркестра Центрального дома работников искусств. На юбилейном вечере мы сыграли – ни больше ни меньше! – «Детскую симфонию» Йозефа Гайдна. Симфония напи-



Экскурсия в Ясную Поляну слушателей семинара по особенностям наладки аппаратуры АВЗК-80 (для Тулэнерго, Мосэнерго, Красноярскэнерго, Кузбассэнерго, Челябинэнерго, Ленэнерго); Тула, 1981 г.

сана для струнных и набора детских музыкальных инструментов. У нас это выглядело так: Антонина Морозова на пианино исполняла партию виолончели, Ирина Балабанова – партию Соловья, Андрей Жуков – Кукушки (заранее отыскали свистульки, имитирующие пение этих птиц), Андрей Крючков играл на детской трубе, Леонид Антонов – на треугольнике, я исполнял партию первой скрипки, а партию второй скрипки – Елена Левтеева, моя коллега по камерному оркестру, любезно согласившаяся нам помочь. Выступление прошло успешно, жаль только, что оно не было ни записано, ни сфотографировано...

Я начал свой рассказ с того, как четверо выпускников МЭИ в апреле 1954 г. приехали на работу в Татарию. Интересно проследить судьбу каждого из них.

Толя Лившиц довольно скоро перебрался в соседнюю энергосистему – Башкирэнерго, стал там одним из ведущих специалистов-сетевиков, много и успешно занимался проблемой борьбы с гололедными явлениями, в последние годы возглавлял службу сетей Башкирэнерго. Умер в 1990 г. на 59 году жизни.

Нет в живых и Исака Таубеса, нашего коллеги релейщика. Недолго проработав ДИСом Уруссинской ГРЭС, он перешел в электролабораторию этой станции, а в 1961 г. нашим же однокурсником Отаром Махарадзе был приглашен в ЦС РЗА Тулэнерго. В некрологе, опубликованном в журнале «Энергетик», говорится: «С 1961 по 1980 г. И.Р. Таубес работал в ЦС РЗА Тулэнерго, а с 1986 г. возглавлял ЦС РЗА Рязаньэнерго. В этих двух энергосистемах, выделив-

шихся из Мосэнерго, ему удалось в процессе организации служб релейной защиты творчески применить опыт крупнейшей энергосистемы. ...Исака Рувимович Таубес внес значительный вклад в развитие релейной защиты ... Для сослуживцев И.Р. Таубес останется в памяти примером, образцом инженера».

А Орлен Петрович Лабок трудится на ниве релейной защиты до сих пор, работает в службе РЗА Южных электросетей Мосэнерго, пройдя Татарию, затем Управление дальних передач, Монголию, Союзэнергоавтоматику. Он работал на Кубе и в Таджикистане.

Сегодня, перебирая в памяти многие годы, отданные энергетике, вспоминаю своих институтских учителей, с некоторыми из которых приходилось впоследствии встречаться и по работе. Например, Алексей Михайлович Федосеев приезжал к нам в Казань в связи с открытием филиала МЭИ. Приходилось встречаться с Абрамом Борисовичем Черниным, который в институте был одним из руководителей моего дипломного проекта. Вспоминаю Ивана Ивановича Соловьева – декана нашего факультета, который помог мне, когда возникли проблемы со стороны Первого отдела, мудрого и аристократичного Сергея Александровича Ульянова, рассказывавшего нам не только о токах короткого замыкания, но и о творчестве Шаляпина. И конечно же помню отца и сына Глазуновых, а также отца и сына Сиротинских. Запомнились слова Сиротинского-младшего, сказанные, когда у меня что-то не ладилось: «Или энергетика, или скрипка – выбирайте», но я

его не послушался и сумел, хорошо ли, плохо ли, совместить оба эти занятия на протяжении всей жизни.

Особо выделяет память тех, с кем пришлось много лет общаться по работе либо работать в одной службе. Николай Васильевич Чернобровов, Михаил Федорович Мельников, Анатолий Бенционович Барзам — сколько возникало разных ситуаций, часто весьма напряженных и неприятных! Например, когда что-то случилось в сети 500 кВ, относящейся к Татэнерго, это тут же по телесигнализации стало известно в Москве, Анатолий Бенционович немедленно снимал трубку, и я в Казани слышал его неизменный строгий вопрос: «Что вы скажете в свое оправдание?!» А мне еще не успели сообщить, и я ничего не знаю о случившемся... Резкие и не всегда заслуженные оценки приходилось мне слышать от Михаила Федоровича. А Николай Васильевич Чернобровов запомнился более мягким, деликатным.

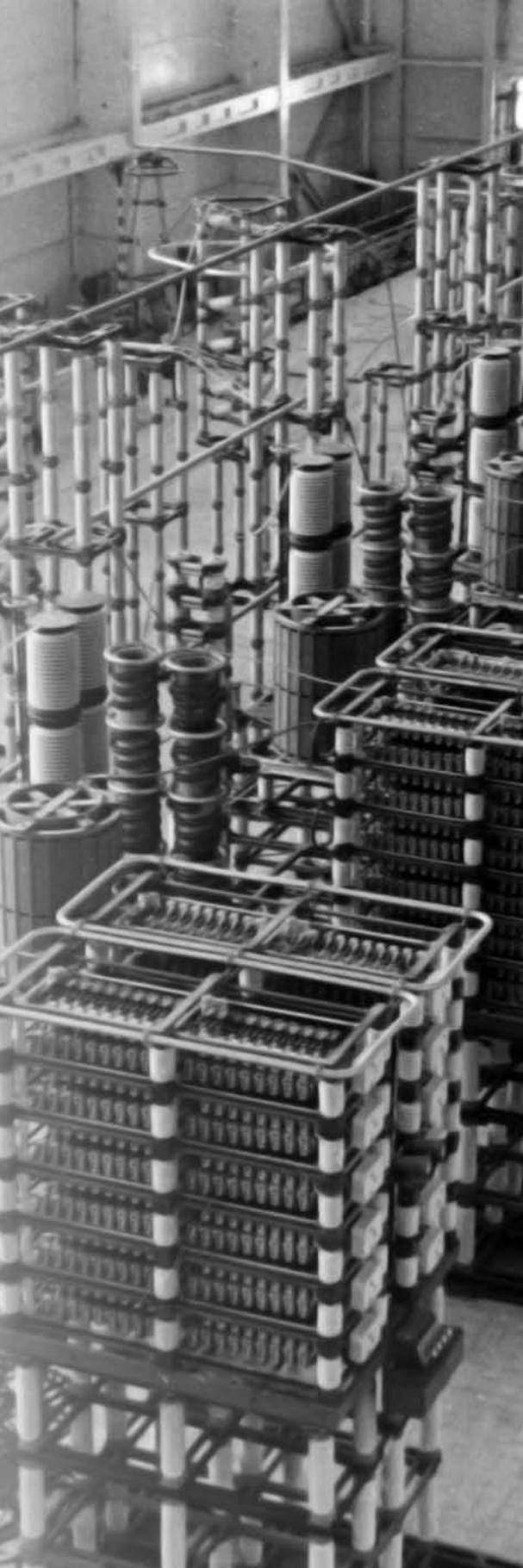
Почти 10 лет моим начальником был Михаил Арнольдович Беркович, и это были, пожалуй, лучшие годы работы в ЦДУ. Подкупало его старание и умение не задеть самолюбия работника, что не всегда удавалось иным руководителям. Его замечания или правки к подготовленным документам воспринимались как правильные, а не как придирка. Михаил Арнольдович обладал хорошим чувством юмора, умел мягко разрядить возникшее напряжение.

Так уж получается, что многих действующих лиц моего рассказа — и тех, кого я назвал, и тех, кого не назвал, — нет

уже в живых. С теплым чувством вспоминаю тех, с кем работал бок о бок: одну из старейших работниц службы Лидию Федоровну Алексееву и Володю Нехаева, так рано ушедшего из жизни... И как не вспомнить бессмертные слова поэта: «Не говори с тоской: их нет, — но с благодарностью: были...»

А в заключение хочу обратиться к ныне здравствующим друзьям, коллегам по Татэнерго, ОДУ и ЦДУ — молодым и не очень — с пожеланиями здоровья, успехов, многих и счастливых лет жизни и с просьбой: пожалуйста, постарайтесь не забывать тех, кто был до вас...



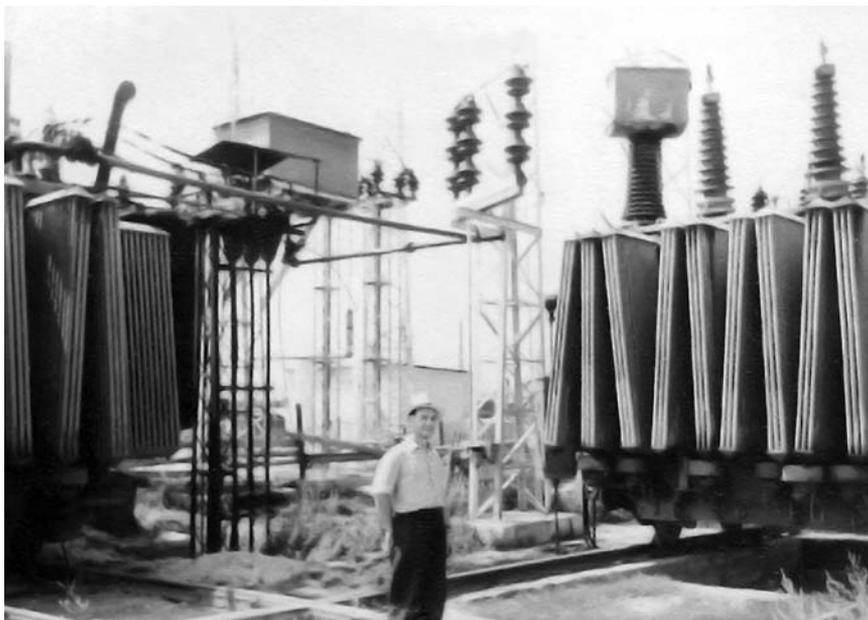


О.П. Лабок

Мой путь

В апреле 1954 г., после окончания Московского энергетического института, в компании трех моих сокурсников я приехал в рабочий поселок Уруссу, где начал работать инженером электролаборатории в первом сетевом районе Уруссинских электросетей Татарской Республики. Один из моих товарищей, Изя Таубес, получил направление на Уруссинскую ГРЭС, став в дальнейшем дежурным инженером электростанции, остальные двое, Толя Лившиц и Женя Иглицкий, были направлены, так же как и я, в электросети.

Моя трудовая деятельность началась с проверок защит фидеров 6, 10 кВ. Тогда не было комплектных устройств для



Трансформаторы одной из ПС 110 кВ Уруссинских сетей

проверки защит, и в каждой бригаде релейщиков имелся самодельный «чемодан», который представлял собой нагрузочный трансформатор. Регулировка тока осуществлялась с помощью водяного реостата, для чего в ведро с подсоленной водой опускалась на определенную глубину бакелитовая трубка с двумя изолированными друг от друга алюминиевыми пластинами, включенными в сеть 220 В последовательно с первичной обмоткой нагрузочного трансформатора. От его вторичной обмотки можно было получать ток величиной примерно 800–1000 А. Таким способом первичным током проверялось большинство защит фидеров 6 и 10 кВ.

Кроме плановых, приходилось участвовать и в послеаварийных работах:

линии 6, 10 кВ не имели грозозащитных тросов и во время гроз были случаи выгорания ячеек фидеров, которые приходилось срочно восстанавливать, заново монтируя вторичную коммутацию и меняя сгоревшую аппаратуру.

Вместе с тем мне как инженеру поручали выполнять и расчеты уставок защит новых фидеров 6, 10 кВ. Главный инженер Уруссинских электросетей Лев Николаевич Стрелков в этой работе, да и не только в ней, явился для меня первым и самым лучшим учителем. Для нас, молодых специалистов, он являлся примером для подражания и, хотя был старше нас всего на два года, уже имел опыт работы с людьми. В любом деле он мог выделить главное, организовать работу наиболее рациональным образом. Лев Николаевич никогда не подчеркивал свое превосходство, ко всем относился уважительно, никогда, за очень редким исключением, не повышал голос. Но при необходимости умел быть требовательным и принципиальным. Подхалимов он не терпел, всегда стремился окружать себя деловыми людьми, грамотными специалистами, дисциплинированными и ответственными работниками.

За время своей достаточно долгой работы релейщиком — почти полвека — я очень редко встречал руководителей, которые бы так щедро и бескорыстно делились опытом и знаниями. Жаль, что жизнь Л.Н. Стрелкова оказалась такой недолгой.

Примерно через год после начала работы мне очень повезло: я стал руководителем наладочных работ на новой подстанции 110 кВ в Александровке. Для

наших сетей это была солидная ПС: на ней должны были устанавливаться трансформаторы мощностью 10 тыс. кВА, аккумуляторная батарея на напряжение 220 В, многообъемные масляные выключатели, двухсекционное КРУ 10 кВ. Здание ПС было двухэтажным, и щит управления, расположенный на втором этаже, не в пример нашим действующим ПС был очень просторным. Я был очень доволен своей работой, поскольку в процессе наладки хорошо узнал все схемы вторичной коммутации ПС. Впервые в голове все как следует «уложилось»: я мог мысленно представить все связи щита управления со всеми помещениями ПС, коммутационными аппаратами, всю систему постоянного тока, собственных нужд, цепи управления и сигнализации, поскольку все это налаживал своими собственными руками. Во время проведения наладочных работ у нас установились хорошие рабочие отношения со строителями и монтажниками, и хотя нередко приходилось требовать ликвидации недоделок, обнаруженных в процессе наладки, мы находили с ними общий язык.

Между тем количество подстанций росло. Нефтяной промышленности Татарии требовалось все больше энергии. Во втором сетевом районе шло сооружение ПС 110 кВ Альметьево, и меня вместе с моим товарищем Е. Иглицким, переведенным к тому времени в Центральную службу РЗА Урлэнеерго, командировали на эту ПС. Позднее она стала для меня домом: во втором сетевом районе была организована самостоятельная электrolаборатория, и я был назначен ее начальником. Тогда в ней вместе со мною было

всего четыре работника, и нам приходилось очень тяжело, пока во второй сетевой район, как наиболее быстро растущий, не переехало все руководство Урусинских электросетей, которые стали называться Альметьевскими. В Уруссу остался только персонал первого сетевого района. Нам сразу стало намного легче работать, хотя число ПС все время росло, вводились в работу ПС 110 и 220 кВ.

В этот период в районе г. Бугульма шло сооружение ПС 400 кВ. Поздней осенью 1957 г. наш главный инженер Л.Н. Стрелков, инженер второго сетевого района Ивакин и я впервые поехали на эту ПС. Морозов еще не было, и мы довольно легко обошли всю обширную строительную площадку. Подстанцию сооружал трест «Волгоэлектросетьстрой», а принимать ее в эксплуатацию предстояло нам. Надо сказать, что еще в Уруссу мы с товарищами услышали, что под Бугульмой должна строиться ПС 400 кВ, и рассудили, что было бы очень здорово попасть туда работать, но ее наверняка будут обслуживать квалифицированные специалисты из Москвы, поэтому нам нечего о ней мечтать. Но прошло всего два года, и нам предстояло обслуживать эту ПС.

В результате неоднократных поездок на эту подстанцию нам стало ясно, что на таком крупном объекте необходимо иметь свой коллектив, наездами ничего сделать невозможно. Таким образом, на ПС была создана группа релейщиков, куда меня перевели работать. Так я стал осваивать оборудование ПС 400 кВ. Памятуя опыт наладки ПС Александровка, я погрузился в изучение связей между щитом управления и аппаратурой, установленной на ОРУ

400 кВ и в других местах. Я стремился мысленно представлять себе все эти связи, с тем чтобы принципиальные схемы легко читались.

Первоначально включение подстанции планировалось приурочить к 1 Мая, из Москвы приехала соответствующая комиссия. Но оборудование ПС выглядело неважно: после высвобождения его из-под снега краска во многих местах облупилась, стойки под трансформаторами тока кое-где заметно покосились, на строительной площадке осталось много хлама и т.д. И хотя комиссия настаивала на пуске объекта, главный инженер Л.Н. Стрелков проявил принципиальность, категорически отказавшись в таком виде включать ПС. Не помогли и клятвенные обещания покрасить оборудование, устранить все недоделки и дефекты сразу же после пуска. В течение двух месяцев подстанцию приводили в порядок, и вот наступил день комплексного опробования всего ее оборудования. На все устройства защиты, управления, автоматики и сигнализации был подан оперативный ток, накладки установлены в рабочее положение, загорелись лампы положения выключателей и включились указатели положения разъединителей. Действие всех устройств РЗА было опробовано на коммутационные аппараты, и наконец на ПС было подано напряжение 400 кВ для проверки всего оборудования под нагрузкой.

В деятельности по освоению оборудования ПС быстро пролетели два года, у нас сформировался дружный коллектив, все стремились узнать как можно больше, и работа оборудования постепенно наладилась.

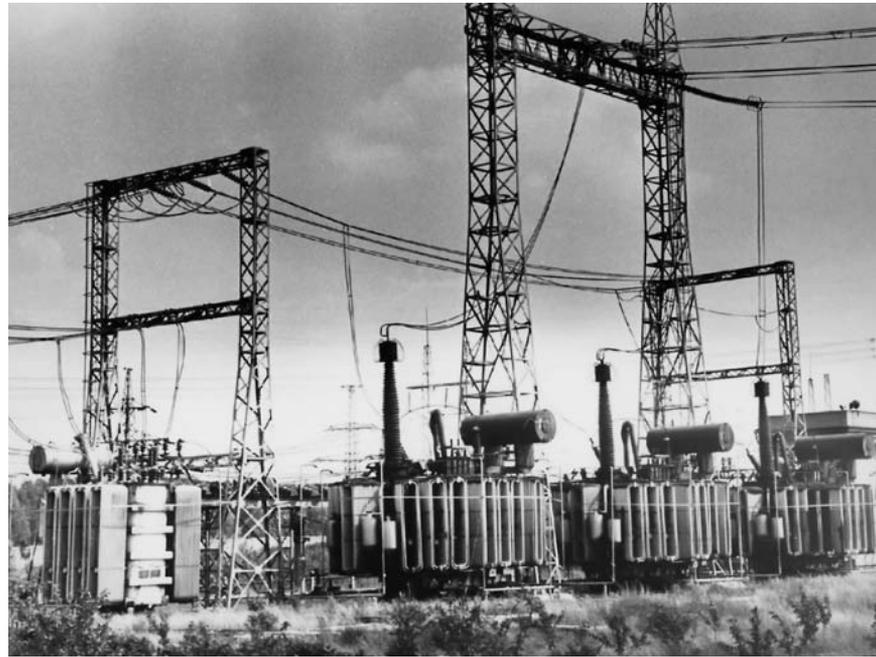
В сентябре 1959 г., после пяти лет работы в Татарии, я по семейным обстоятельствам вернулся в Москву и начал работать на Чагинской ПС 400 кВ, которая тогда входила в состав Управления по эксплуатации электросетей 400 кВ.

В это время на ПС шел монтаж оборудования линии 400 кВ Михайлов—Чагино. Наладка защит линии велась своими силами, и мое участие в работах оказалось далеко нелишним. Одновременно на ПС шла реконструкция защит линий 110 кВ: монтировались дополнительные ступени защит, цепи оперативного и автоматического ускорения, не предусмотренные при проектировании; шли и обычные эксплуатационные работы.

В конце декабря 1959 г. планировалось ввести в работу линию электропередачи 400 кВ Сталинград—Москва. Это было значительное событие: существенно увеличивалась надежность электроснабжения потребителей Москвы, и на пуск приехала группа кинохроники, выпускавшая журнал «Новости дня». На щите управления ПС поставили несколько мощных светильников, дежурному инженеру Л.Г. Заикиной сделали макияж и пуск электропередачи был заснят в двух вариантах: черно-белом для киножурнала и цветном — для истории. Разумеется, снимался не момент пуска, когда нам было бы не до съемок, а его имитация, но на экране киножурнала «Новости дня», который демонстрировался во всех кинотеатрах Москвы в течение января 1960 г., все выглядело как в реальности: Заикина поворачивала ключ управления, и стрелка амперметра линии показывала ток нагрузки.

Проверка под нагрузкой устройств РЗА линии Михайлов–Чагино заняла трое суток и участники провели их без сна. Но у всех нас было чувство большого удовлетворения от выполненной работы.

Большим событием стал перевод электропередачи 400 кВ на напряжение 500 кВ, что позволило существенно увеличить передаваемую по ней мощность и оптимизировать работу высоковольтного оборудования. Переводу предшествовало испытание одной трансформаторной группы Ногинской ПС и ЛЭП Ногинск – Бескудниково при длительной их работе на напряжении 500 кВ. Для этого по предложению главного инженера УЭС 400 кВ В.А. Вершкова обмотки 400 и 110 кВ указанного трансформатора с внешней стороны бака были соединены последовательно, то есть трансформаторная группа превратилась в автотрансформаторную. В феврале 1957 г. указанная группа и ЛЭП Ногинск – Бескудниково были включены на напряжение 500 кВ. Наблюдение персонала подстанции, сотрудников НИИПТ и ЦНИЭЛ за поведением оборудования и измерениями уровня перенапряжений при коммутациях с трансформаторной группой и ЛЭП, потеря на корону и уровня радиопомех показало, что основная изоляция оборудования, кроме трансформаторов напряжения и вентильных разрядников, при напряжении 500 кВ ведет себя удовлетворительно и не требует специальных мер по усилению. Существенным обстоятельством являлась возможность работы линий 400 кВ на напряжении 500 кВ без переделок. Модернизации требовали только часть оборудования подстанции: выключатели, трансформаторы напряже-



Группа однофазных автотрансформаторов 500 кВ

ния, конденсаторы связи, разрядники, шунтирующие реакторы и некоторые силовые трансформаторы.

Учитывая результаты испытаний и имеющуюся у заводов-изготовителей возможность проведения модернизации оборудования, в июле 1957 г. министерством было принято принципиальное решение о переводе электропередачи 400 кВ на напряжение 500 кВ и создании вокруг Москвы кольца линий 500 кВ.

По инициативе В.А. Вершкова Технический совет Мосэнерго в 1959 г. принял решение о начале перевода на напряжение 500 кВ приемного конца Куйбышевской электропередачи на Бескудниковской и Ногинской ПС – сначала по временной,



Синхронные компенсаторы на ПС Чагино в 60-е годы.

так называемой косой схеме, когда на Куйбышевской ГЭС силовые трансформаторы работали на напряжении примерно 430 кВ. В течение 1960–1961 гг. была проведена большая работа по разборке, замене обмоток и сборке трех групп шунтирующих реакторов на Арзамасской ПС и вольтодобавочных устройств силовых трансформаторов на Владимирской, Бескудниковской и Ногинской ПС. После включения на первой ПС автотрансформатора № 2 500/242 кВ, 405 МВА и переключения обмоток трансформаторных групп двух других ПС в марте 1960 г. электропередача была переведена на напряжение 500 кВ. При этом пропускная способность ее увеличилась до 1500 МВт, что

позволило за полтора года работы в таком режиме дополнительно передать в Москву более 2 млрд. кВт·ч электроэнергии.

За создание ЛЭП 500 кВ ряду ведущих работников Теплоэнергопроекта, ВЭИ и главному инженеру УЭЭС – 400 кВ В.А. Вершкову в 1962 г. была присуждена Ленинская премия.

Полный перевод Куйбышевской электропередачи на напряжение 500 кВ был осуществлен в начале 1964 г. Это было связано с тем, что трансформаторные группы, установленные на Владимирской ПС, Куйбышевской ГЭС и электропередаче Куйбышев – Урал, невозможно было переключить на автотрансформаторную схему; поскольку они имели другое типоразмерное исполнение, у них перегревались магнитопроводы и требовалась замена обмоток в заводских условиях. Запорожский же трансформаторный завод из-за загруженности плановыми заказами не мог гарантировать проведения этой работы в требуемые сроки.

Тогда было принято единственно возможное и очень ответственное решение – провести реконструкцию трансформаторных групп силами УЭЭС – 400 кВ, которое уже имело соответствующий опыт.

За успешное выполнение этой работы группа работников УЭЭС – 400 кВ была удостоена правительственных наград, а старшему мастеру управления Ф.И. Калининскому было присвоено звание Героя Социалистического Труда.

После полного перевода на напряжение 500 кВ пропускная способность электропередачи Куйбышев–Москва увеличилась с 1400 до 1800 МВт, стоимость передачи электроэнергии снизилась на 8%,

расходы на реконструкцию трансформаторов Владимирской ПС, Куйбышевской ГЭС и электропередачи Куйбышев – Урал окупались за четыре года.

Перевод на напряжение 500 кВ электропередачи Волгоград–Москва происходил поэтапно. Вначале был осуществлен перевод двух трансформаторных групп Чагинской ПС. После пересоединения обмоток 400 и 110 кВ по автотрансформаторной схеме их мощность возросла с 210 до 270 МВА. Регулирующее устройство в нейтрали обмоток позволяло изменять под нагрузкой коэффициент трансформации в пределах от -8,7% до +11,1%. Одновременно был выполнен перевод одной из трех трансформаторных групп Ногинской ПС, параметры которой стали 525/115 кВ, 340 МВА, и ЛЭП Ногинск – Чагино. В сентябре 1961 г. была включена западная цепь электропередачи линии Липецк–Михайлов, Михайлов–Пахра и Пахра–Очаково.

Параллельно с вводом в работу электропередачи Волгоград–Москва шел монтаж устройств противоаварийной автоматики, которая должна была обеспечить:

- увеличение пропускной способности электропередачи и предотвращение нарушения ее статической и динамической устойчивости. Это достигалось с помощью автоматической аварийной разгрузки электропередачи при набросе на нее активной мощности при отключении отдельных ее участков и при полном разрыве электропередачи;

- ликвидацию в течение определенного времени асинхронного режима, опасного для небольших энергосистем, работающих синхронно с электропереда-

чей, путем отделения их от ГЭС или выделения на них части генераторов и облегчения условий ресинхронизации;

- устранение опасных для оборудования длительных повышений напряжения.

Автоматика от повышения напряжения была смонтирована на всех ПС электропередачи и действовала в пределах каждой ПС.

Для первых двух видов автоматики требовалось передавать с промежуточных ПС электропередачи соответствующие команды на ГЭС. Это осуществлялось с помощью устройства ВЧТО-М, которое было разработано во ВНИИЭ В.С. Скитальцевым.

После ввода в эксплуатацию ПС Пахра и ЛЭП 500 кВ Пахра–Чагино Куйбышевская и Волгоградская электропередачи стали работать параллельно. А в 1966 г., после включения в работу ЛЭП Очаково – Белый Раст, кольцо ЛЭП 500 кВ вокруг Москвы замкнулось, что послужило основой для формирования ЕЭС европейской части страны.

В 1962 г. была организована единая служба защиты управления. До этого существовали две основные группы защиты: одна во главе с начальником службы Р.В. Филипповым на Бескудниковской ПС, другая – во главе с его заместителем С.Л. Володиным на Ногинской ПС. Начальником объединенной службы был назначен В.С. Гусев, бывший наш куратор от ЦСЗ Мосэнерго; служба получила помещение в здании Мосэнерго. Первоначально в составе службы кроме начальника были кураторы Куйбышевской и Волгоградской электропередач, два инженера, инженер по заявкам и электромонтер, выполнявший секретарские

обязанности. Я был переведен в службу и назначен куратором Волгоградской электропередачи. Создание службы положительно повлияло на повышение уровня эксплуатации устройств РЗА. Кураторы часто ездили на свои ПС, все работы по наладке новых устройств РЗА проходили под их руководством и при непосредственном участии.

На подстанциях Управления проводилось большое число исследовательских работ. Нашей службой совместно с ЦСЗ Мосэнерго были выполнены измерения уровня высших гармоник в сети 500 кВ, которые существенно влияли на работу пусковых органов диффазных защит. В результате было определено, что в этой сети имеются значительные уровни 3-й и 5-й гармоник, после чего ОДУ ЕЭС выдало рекомендации по реконструкции указанных защит. На ПС Чагино Ленинградским политехническим институтом длительное время проводились измерения помех от коронных разрядов. Сотрудники института установили на этой ПС регистратор срабатывания устройств РЗА, для чего мы смонтировали у ряда сигнальных реле дополнительный контакт. Запись аварийных процессов на ПС первоначально велась с помощью осциллографов французского производства, которые непрерывно регистрировали величины токов и напряжений на основных линиях электропередачи на восковых дисках. Через небольшое время поверхность дисков разравнивалась и запись таким образом уничтожалась. В случае аварии разравнивание блокировалось и на диске оказывалась запись аварийных процессов с параметрами, предшество-

вавшими аварии. Однако к осциллографам запасных дисков у нас не было, действующие же через некоторое время изнашивались, и мы получили и установили на ПС отечественные осциллографы типа Н-11, осуществлявшие запись на стандартную фотопленку. Позже они были заменены на осциллографы Н-13, которые производили запись на фотобумагу. Это было намного удобнее, так как бумага имела ширину 120 мм и отпадала необходимость увеличения записей. Правда, мы лишились возможности записывать предварительный режим, но позднее появились и более сложные отечественные осциллографы-магнитографы типа Н-049 с предварительной записью на основе электроники.

На Куйбышевской электропередаче ВНИИЭ производились опыты короткого замыкания для изучения процессов, происходящих с дугой при однофазном КЗ и последующем ОАПВ. Выделенный для опытов выключатель 500 кВ включался на закоротку – тонкую проволоку, при сгорании которой происходил цикл ОАПВ и все процессы записывались.

В ходе исследования возможности создания компенсированных электропередач переменного тока, в частности электропередач, настроенных на полуволну, в 1967 г. были проведены уникальные испытания полуволновой электропередачи, образованной соединенными последовательно одноцепными участками сети 500 кВ (Волгоградской и Куйбышевской электропередач) от Волгоградской ГЭС до приемной энергосистемы ОЭС Урала.

Продолжалась также реконструкция Куйбышевской электропередачи, на

которой первоначально были сооружены только переключательные пункты (ПП), позволявшие вывести в ремонт отдельные участки ЛЭП 500 кВ. Для питания собственных нужд ПП в Вешкайме имел дизельные установки. Однако постепенно все ПП превратились в ПС. Практика показала, что отбирать часть мощности в примыкающие энергосистемы вполне целесообразно.

На электропередачах 500 кВ также проводились опытные работы в неполнофазном режиме, когда один из участков электропередачи некоторое время работал в пятифазном режиме: на одной из параллельных линий оставались в работе две фазы. Эти опыты позволили оценить возможную величину передаваемой мощности и поведение защит при неполнофазных режимах.

При подготовке, а нередко и проведении различных опытов большую помощь нам оказывали кураторы сначала от ЦСЗ Мосэнерго, а затем, когда управление, которое в 1967 г. стало называться УДП и перешло в подчинение Главцентрэнерго, — от ОДУ ЕЭС. Фактически это был один и тот же человек — В.В. Овчинников, который помогал нам сначала в ЦСЗ, а затем в ОДУ, где работал с 1966 г.; Волгоградскую же передачу продолжил курировать В.Е. Коковин. Кураторы всегда были в курсе наших дел, без проволочек согласовывали зачастую довольно сложные программы на реконструкцию ПС и на проведение различных опытов. С В.В. Овчинниковым я не один раз ездил в командировки как на Волгоградскую, так и на Куйбышевскую электропередачи.

УДП было выведено из подчинения Мосэнерго в связи с решением правитель-



ОРУ 750 кВ ПС Белый Раст 1977 г.

Разработчики ВЧ аппаратуры: В.И. Заславский («Молния», Одесса), Е.П. Штемпель (ВНИИЭ, Москва), проверка условий работы ВЧ-аппаратуры релейной защиты присоединения.

ства страны о сооружении электропередачи постоянного тока Экибастуз – Центр, которая после ввода в эксплуатацию должна была эксплуатироваться специалистами УДП.

Следует отметить, что проведение широкомасштабных исследовательских работ на электропередачах УДП во многом стало возможным благодаря главному инженеру В.А. Вершкову. Его убежденность в необходимости постоянного совершенствования оборудования электропередач, неуемная энергия, инженерная смелость, когда он не просто разрешал проводить очередные испытания, а являлся их инициатором, сделали возможными многие опытные работы. Поэтому он заслуженно был удостоен звания лауреата Ленинской премии. Другим лауреатом стал старейший работник нашей службы С.Л. Володин, являвшийся примером ответственного отношения к работе, высокой технической грамотности и воспитавший целую плеяду релейщиков на Ногинской ПС 500 кВ – лучшей подстанции УДП.

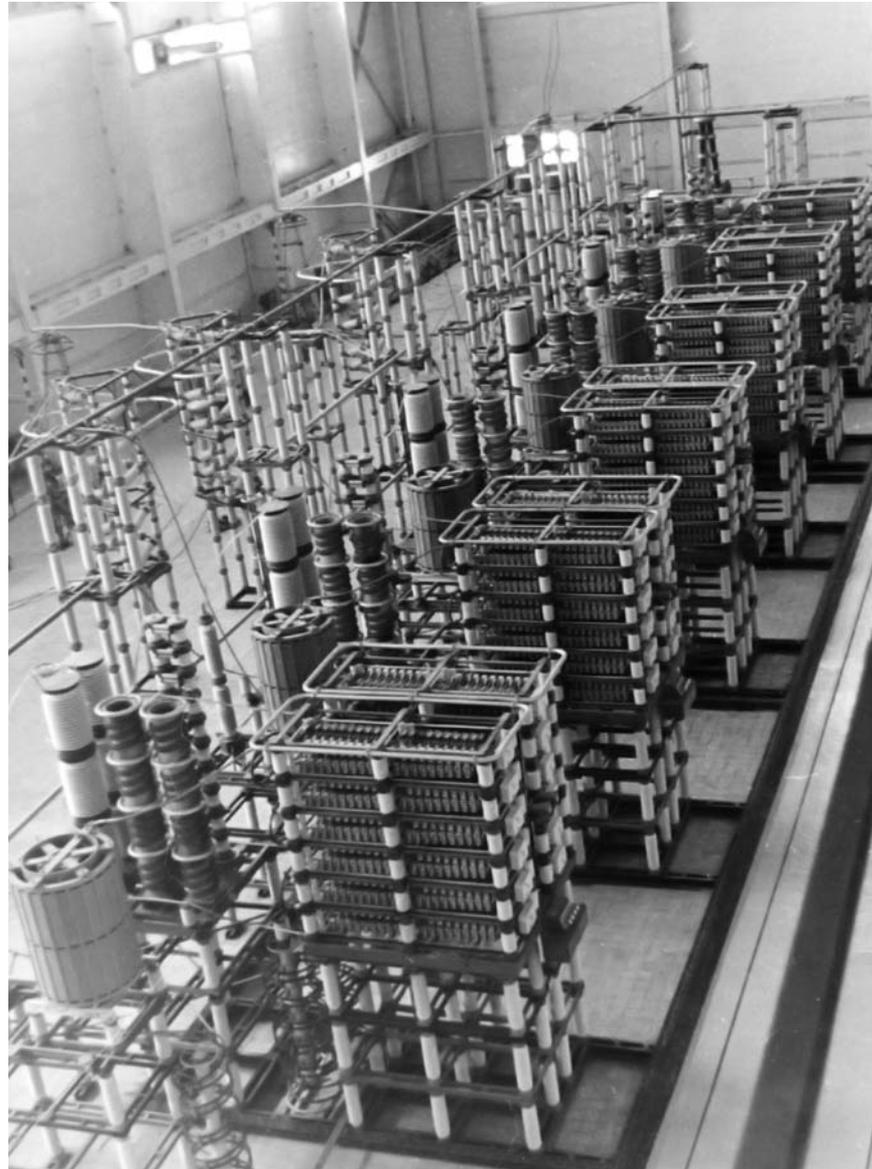
УДП стало хорошей кузницей кадров релейщиков. ЦСЗ Мосэнерго периодически привлекала нас к проведению занятий на курсах повышения квалификации работников служб защиты. В связи с внедрением аппаратуры ВЧТО специально для работников УДП были организованы курсы по наладке и проверке этой аппаратуры. Занятия по теоретической части вели В.С. Скитальцев (ВНИИЭ) и А.Н. Комаров (ОДУ ЕЭС), практические занятия – они же и я. Позже на основе испытательного стенда в поселке Белый Раст, где смонтировали ряд панелей сложных защит, мы организовали свою собственную базу обучения.

Несколько специалистов нашей службы были командированы за границу: О.М. Кикот в Индию, В.С. Гусев, В.И. Павлов, В.И. Суханова в Египет, на Асуанскую электропередачу, Е.П. Штемпель и С.И. Ложкин в Афганистан, Ю.Н. Жеглов в Африку. В службу пришли новые работники – Н.П. Каверин, Ю.А. Куликов, Н.А. Федотенко, В.Н. Седунов и др.

В конце 60-х годов УДП стало активно заниматься электропередачей постоянного тока Экибастуз – Центр. Для всесторонних испытаний аппаратуры этой передачи в поселке Белый Раст был построен крупный испытательный стенд, где было размещено два «моста» тиристорных преобразовательных блоков, один из которых работал в режиме инверторной, а другой – в режиме выпрямительной ПС. Научные работники московского и ленинградского отделений Института постоянного тока совместно с работниками наших Северных сетей проводили наладку и испытания этого сложного оборудования. В УДП была организована лаборатория постоянного тока, руководителем которой назначили меня. До конца 1978 г. я неоднократно участвовал в опытных работах на аппаратуре испытательного стенда. Однако сооружение электропередачи постоянного тока затягивалось, формировалось мнение, что более целесообразно сооружать передачи переменного тока напряжением 1150 кВ. Опытные работы на испытательном стенде стали проводиться все реже, и в начале 1979 г. я был командирован в Монголию. Так окончилась моя почти 20-летняя работа в УДП.

Много позже, в 1993 г., я снова стал работать на Чагинской ПС, с которой

началась моя работа на электропередачах 400 кВ, но теперь уже в качестве инженера МСРЗАИТ Южных электросетей, которым до недавнего времени принадлежала эта ПС.



Общий вид зала тиристорных преобразователей испытательного стенда постоянного тока в Белом Расте.





В.В. Овчинников

ПОТОК Э-48 и ДРУГИЕ. Пять с половиной лет в стенах МЭИ (1948–1954)

Пошел четвертый год от окончания Великой Отечественной. Мы, почти 200 студентов Э-48, молодые люди разных возрастов и национальностей, москвичей и иногородних, по судьбам которых тяжелой колесницей прошли фронтное и прифронтовое лихолетье, работа на промышленных предприятиях и в сельском хозяйстве, на лесосплавах и окопных работах, очень быстро сроднились и спустя полвека тянемся друг к другу и в



Успевали всё:
Чертить и защищать курсовые работы...

радости и в тягости, как в те далекие годы. О многих друзьях и товарищах я постараюсь вспомнить по мере изложения очерка. Многие, очень многие ушли, ушли слишком рано...

К тому времени, когда мы поступили в институт, в МЭИ сформировался и работал уникальный коллектив выдающихся ученых и педагогов. В институте еще преподавал основатель московской школы электротехников Карл Адольфович Круг. На заседаниях Государственной экзаменационной комиссии председательствовал соратник Г.М. Кржижановского академик Винтер.

Кафедрой техники высоких напряжений (ТВН) заведовал профессор Леонид Иванович Сиротинский, один из основоположников науки о ТВН. Кафедра и лаборатории техники высоких напряжений

находились еще не на Красноказарменной улице в Лефортове, где был сосредоточен весь институт и студенческий городок, а на Гороховской. В этом же здании этажом выше находилась квартира Леонида Ивановича.

Лабораторок по ТВН мы боялись по двум причинам: во-первых, предмет этот, был одним из самых сложных и для основной массы студентов практически непреодолимым, а во-вторых, на занятия часто наведывался со своего третьего этажа Леонид Иванович. И горе было бригаде студентов, слабо подготовившейся к лабораторной работе: она к работе не допускалась, и ритм учебного конвейера сбивался вплоть до зачетной сессии. Правда, злые языки утверждали, что настроение Леонида Ивановича зависело от поведения его внуки во время завтрака, а вовсе не от плохой подготовки студентов.

Иногда, если бригада проявляла хотя бы минимум инициативы, профессор приходил в хорошее расположение духа и усаживался в окружении счастливых студентов за лабораторный стол. Перед Леонидом Ивановичем появлялась чистая ученическая тетрадь — обязательный на этот случай атрибут лабораторных занятий по ТВН, — и он начинал объяснения. Страницы тетради в процессе объяснений быстро заполнялись математическими выкладками, бригада, за исключением гениальных Лени Волкова или Вити Порудоминского, уже на уровне второй-третьей строки теряла нить рассуждений. Профессор, не замечая (или замечая?!) тупых студенческих физиономий, исписывал половину или более ученической тетради и, торжествующе поблескивая пенсне,

восклизал: «И вот отсюда виден физический смысл вашей лабораторной работы!» Далее начиналась энергичная возня у лабораторного стенда, счастливо заканчивавшаяся отметкой «Зачет».

Вообще в МЭИ учиться было трудно, во всяком случае, после первого семестра добрая половина медалистов была отчислена за неуспеваемость (немедалисты «срезались» на приемных экзаменах и позже, на зимней и весенней сессиях). В большинстве своем это были способные, толковые ребята, по разным причинам, в том числе и материальным, не приживавшиеся в своеобразной среде втузовцев. И тем не менее в те светлые для всех нас послевоенные годы нас не покидало сознание того, что «вся жизнь впереди».

В институте очень хорошо была поставлена спортивная работа. Многие, кроме обязательных занятий по физкультуре, участвовали в работе различных спортивных секций (С. Толстов, Я. Гоник, Т. Большаков, В. Шашмурин и др.). На высоком уровне была поставлена культурно-массовая работа (И. Рутберг – основатель популярного в Москве СТЭМа – студенческого театра эстрады и миниатюр, О. Махарадзе и многие другие). В Доме культуры проходили встречи с известными артистами, писателями, художественными коллективами – И. Эренбургом, И. Козловским, Л. Орловой, знаменитым ансамблем «Березка».

В аудиториях и комнатах отдыха студгородка студенты часто встречались со своими ведущими педагогами. В задушевных беседах доцент кафедры физики Ф. Курепин – соратник знаменитого Л.К. Рамзина, изобретателя прямоточно-

го котла – делился воспоминаниями о годах учебы в Московском университете, учил нас «наблюдать» окружающий мир. Элегантный С.А. Ульянов, широко известный специалист по переходным процессам и токам коротких замыканий, рассказывал нам о годах работы диспетчером Мосэнерго, и о том, что «элемент везения в моей жизни имел место».

На всю жизнь запомнились блестящие лекции-беседы о грядущих великих стройках на Волге, реках Сибири и Средней Азии доктора технических наук профессора Т.Л. Золотарева. На встречи с ним студенты уходили с обязательных занятий, а вечерами толпами сбегались из других корпусов общежитий в комнату отдыха первого корпуса. Запечатлелись встречи в аудиториях с известными всему миру учеными П.С. Ждановым, А.М. Федосеевым, А.А. Глазуновым и многими другими.

Первое знакомство с электроэнерге-



...завоевывать институтские и городские призы

тикой. В разгаре осенний семестр первого курса на электроэнергетическом факультете МЭИ. Мы сидим в большой аудитории по мат. анализу. Неожиданно часто-часто замерцал свет, затем начали лопаться и сыпаться с потолка на наши головы «лампочки Ильича», и наконец все погрузилось во мрак. МОГЭС «сел на нуль». Это было 18 декабря 1948 г.

Много позже мы узнали некоторые подробности происшедшего. Главный диспетчер Мосэнерго, как только отключился свет, пешком, поскольку городской транспорт тоже встал, пошел из дома на диспетчерский пункт Мосэнерго и по дороге, в течение 20–30 минут проанализировав случившееся, «обнаружил» явление статического развала системы. От этой «точки» в Союзе началась мощнейшая эпопея по разработке и освоению систем регулирования возбуждения синхронных генераторов.

Д.Г. Жимерин — нарком электростанций, был авторитетом в кругах специалистов, в правительстве, пользовался доверием у И.В. Сталина. При разборе аварии у Сталина он спас от репрессий руководство и инженерно-технический персонал энергосистемы. Ему удалось убедить руководителей, что электроэнергетика впервые столкнулась с проблемами устойчивости, надежности и «человеческий фактор» здесь повлиять не мог. В результате обошлось снятием с должностей нескольких руководителей оперативно-диспетчерской части энергосистемы. После этой аварии на ГЭС-1 появилась знаменитая «кнопка Нахапetyана», обеспечивавшая в случае подобного рода аварии выделение на Кремль отдельного генератора.

В череде студенческих будней запомнились поездки на практику, курсовые и дипломные проекты и в финале распределение на работу.

Поток Э-48 стараниями наших энтузиастов с периодичностью примерно в пять лет до сих пор собирается и создает юбилейные отчеты.

К 10-летию у Э-48 был кандидат технических наук — Неклепаев, председатель райисполкома — Шевцов, один директор сетевого района — Селивантьев — это была вершина успеха! Еще через 10 лет в активе был заместитель министра — Арыстанов, начальник подотдела Госплана СССР — Воробьев, начальник ОДУ — Петриашвили.

К 1989 г. мы гордились тремя докторами технических наук: Неклепаевым, Волковым и Жезленко, последний, кроме того, стал ректором Мариупольского металлургического института; одним драматургом, журналистом, членом Союза писателей СССР — Ставицким. Милен Маринов стал послом Болгарской Народной Республики на Кипре.

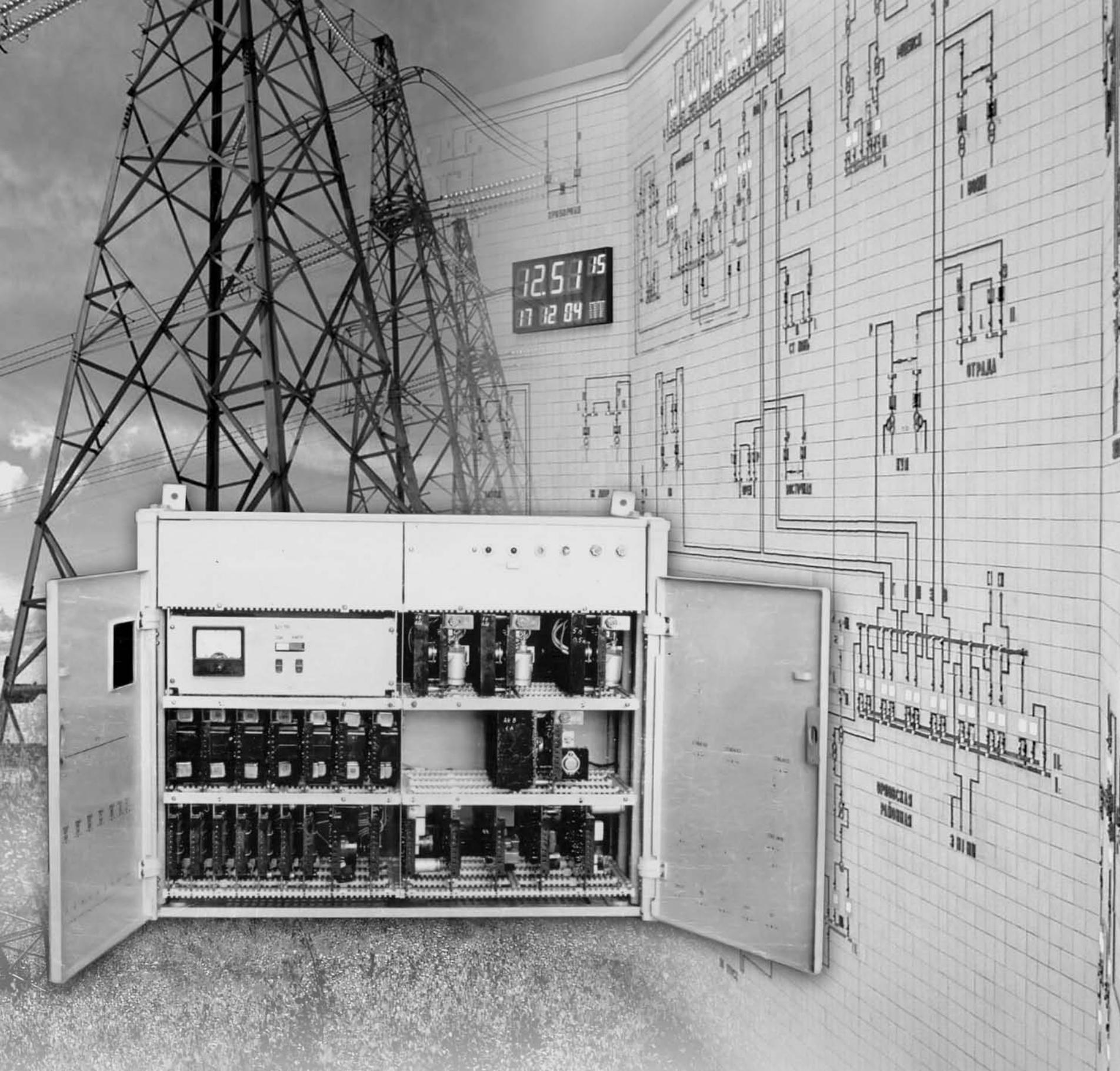
Через тридцать пять лет после окончания МЭИ поток возмужал и вырос. К тому времени Еркен Абильдинов стал главным инженером Копчагайской ГЭС, Кирилл Бакалинский — начальником ЦСРЗАИТ Челябэнерго, Иосиф Барг — заместителем начальника цеха ОРГРЭС, Игорь Бердичевский — главным инженером института «Мосэнергопроект», Толя Большаков — начальником отдела, полковником-инженером, Генрих Бородин — директором каскада Алма-Атинских ГЭС, Дима Бурденев — заместителем главного инженера Горэнерго, Женя Ду-

бинчик – начальником конструкторского бюро электроцеха, ЦРМЗ Мосэнерго, Женя Иглицкий – начальником ЦСЗ Татэнерго, Кежек Исаков – директором Казахтехэнерго, Борис Карпов – главным инженером Молдглавэнерго, Эрлиан Кульгусский – главным инженером Волгоградской ГЭС, Женя Марков – Генеральным директором Алма-Атаэнерго, Вася Назаркин – начальником электроцеха Шатурской ГРЭС, Рафик Погосян – директором Централных электросетей Армглавэнерго, Соня Путилина – заведующей лабораторией НИИРП, Дима Родкин – главным энергетиком Каменск-Уральского металлургического завода, Карим Салихов – заместителем директора Средне-Азиатского отделения института «Энергосетьпроект», Исак Таубес – начальником ЦСРЗА Рязаньэнерго, Игорь Щеглов – заведующим лабораторией Всесоюзного энергетического института им. В.И. Ленина, Володя Юшкевич – начальником службы Курчатовского института.

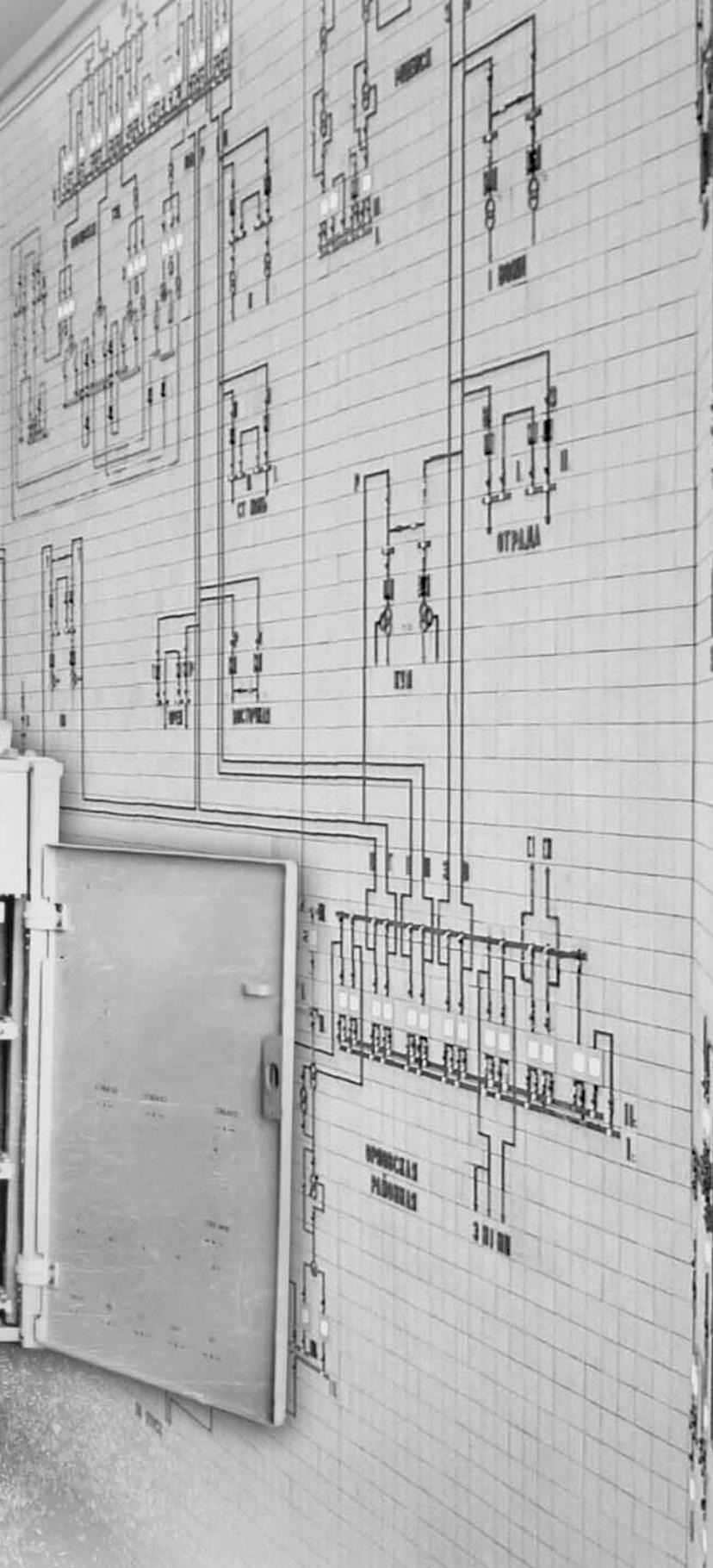
Далеко не всех наших ребят и девушек упомянул я здесь, хотя достойны этого все, без исключения. Этим перечнем хотелось показать, сколь обильную жатву собрала Родина с нивы Э-48!



«Я встретил Вас, и все былое...»
ПОТОК Э-48 собрался на свое сорокавосемилетие со дня окончания института.



1257 15
17 12 04



ИТРАА
ИТРАА

ИТРАА



В.Х. Ишкин

Средства связи в электроэнергетике

С 1920 г. до конца 60-х годов наибольшее распространение в электроэнергетике нашей страны получила высокочастотная связь по линиям электропередачи всех классов напряжения. Для средств и систем противоаварийного управления (релейной защиты и противоаварийной автоматики) ВЧ-каналы по ЛЭП – практически единственный вид связи, удовлетворяющий требованиям высокой надежности и достоверности. Использование ВЧ-каналов в большинстве

случаев является также наиболее экономичным для передачи информации в системах диспетчерского и технологического управления энергосистем.

Первый ВЧ-канал по ЛЭП в нашей стране был создан в 1922 г. на линии 110 кВ Кашира—Москва сразу же после завершения ее строительства группой сотрудников Государственного физико-технического института, руководимой академиком А.А. Чернышевым. Проблема присоединения к проводам высокого напряжения была решена путем подвески небольшого провода-антенны длиной 200—300 м параллельно фазным проводам на расстоянии, необходимым для защиты персонала и аппаратуры. В этом же институте было налажено производство небольшой серии ВЧ-аппаратуры, которая была установлена в ряде энергосистем для организации диспетчерской связи по ЛЭП 110 кВ. В аппаратуре использовалась амплитудная модуляция с передачей в линию несущей частоты и двух боковых полос (АМ ДБП).

После создания первых диспетчерских пунктов в Мосэнерго, Ленэнерго (1926 г.) и Донбассэнерго (1930 г.) требования к средствам связи существенно повысились.

В 1929—1930 гг. в Центральной лаборатории проводной связи под руководством В.А. Дьякова, с участием Н.А. Евдокимова, Н.А. Вейса, Б.С. Крылова и др., началась разработка принципиально новой аппаратуры ВЧ-связи по ЛЭП с конденсаторным типом присоединения к ЛЭП. В этой аппаратуре применялась модуляция АМ ДБП, и в ней предусматривались дуплексный режим работы, автоматизация вызова и т.п.

В 1933—1935 гг. в Ленинградском политехническом институте были разработаны и

выпущены первые приемопередатчики ВЧ релейной защиты по ЛЭП. Первый канал ВЧ защиты начал работать в 1936 г. по линии 110 кВ Кашира—Москва.

Учитывая, что внедрение и освоение в энергосистемах ВЧ-аппаратуры неизменно росло, в начале 1937 г. Главэнерго издало распоряжение «Об обеспечении ввода в эксплуатацию высоковольтных установок для связи по линиям электропередачи», которым назначалась постоянно действующая комиссия для приемки оборудования в эксплуатацию в составе Б.И. Белоуса, Н.А. Ульяновского и главного инженера энергосистемы.

Одновременно в энергосистемах началась подготовка эксплуатационного персонала. С помощью специалистов завода «Красная Заря» Н.А. Вейса, В.А. Дьякова, Н.А. Евдокимова и др. в Уралэнерго, Ленэнерго, Донбассэнерго, Грузэнерго и других энергосистемах были подготовлены высококвалифицированные специалисты: А.Г. Афиногенов, С.И. Михалев (Уралэнерго), Л.Д. Асатиани, Л.А. Хуцишвили, С.К. Цинцадзе (Грузэнерго), И.С. Звенигородский, В.В. Куликов, С.С. Маркин (Мосэнерго), П.П. Алин (Ивэнерго) и др.

В 1941 г. в энергосистемах страны было введено 42 ВЧ-канала ЛЭП. Одновременно проводилась работа по вводу в эксплуатацию каналов большой протяженности: в Колэнерго Мурманск—Оленья—Кандалакша, в Донбассэнерго Горловка — ЗУГРЭС — ШтерГРЭС, в Ленэнерго ПС15-ГРЭС-VIII — ГЭС-VI.

В конце 40-х и начале 50-х годов серьезное внимание уделялось разработке нормативных материалов. Так, в июне 1950 г. было выпущено решение Технического

управления и Центральной службы Министерства электростанций СССР «О схемах подключения высокочастотных установок связи, телемеханики и защиты к линиям электропередачи 110, 154, 220 кВ».

В 50-е годы с освоением нового класса напряжения 400–500 кВ и сооружением первых дальних электропередач указанных напряжений началось массовое внедрение ВЧ-связи по ЛЭП. В этот период специалисты ВНИИЭ Я.Л. Быховский, Г.В. Микуцкий, М.А. Кальманович, В.С. Скитальцев и др. совместно с работниками Минрадиопрома и Минэлектротехпрома СССР разработали и освоили промышленный выпуск комплекса аппаратуры ВЧ-каналов по ЛЭП и устройств обработки и присоединения к ЛЭП.

В разработанной аппаратуре стали использовать амплитудную модуляцию с передачей в линию одной боковой полосы частот и приглушенной несущей, что позволило значительно повысить дальность действия аппаратуры.

Внедрению каждого вида аппаратуры в производство предшествовали научные исследования, в ходе которых изучались условия работы аппаратуры по ЛЭП, проводились расчеты и эксперименты. Разрабатывались принцип действия, структурные схемы аппаратуры, создавался метод расчета ее параметров, разрабатывались схемы и изготавливались опытные образцы, которые устанавливались в опытную, а затем и в промышленную эксплуатацию на ЛЭП. После тщательного анализа опыта эксплуатации формировалось техническое задание на опытно-конструкторскую разработку (ОКР) и, наконец, выполнялась эта разработка.

Разработку аппаратуры ВЧ-каналов по ЛЭП обеспечивало специальное подразделение, созданное в СКБ «Молния». На всех этапах производства аппаратуры использовалась новейшая технология: с 1962 г. она строилась на транзисторах, с 1975 г. применялись интегральные схемы, а с 1980 г. – гибридные интегральные схемы. В конструкции аппаратуры использовалось блочное построение. Большое внимание уделялось стандартизации и унификации аппаратуры.

В 1976 г. началась разработка нового приемопередатчика защиты, предназначенного для работы на ЛЭП 500, 750 и 1150 кВ. Используемые в нем новые технические решения позволили повысить максимальную протяженность канала защиты с 350 до 650 км, а также обеспечить автоматический контроль исправности каналов защиты.

В конце 50-х годов началась разработка аппаратуры ВЧТО для передачи сигналов-команд противоаварийной автоматики, а в 1965 г. был освоен ее промышленный выпуск. В 1969 г. аппаратуру ВЧТО начали заменять транзисторной аппаратурой ВЧТО-М. Это позволило создать новые виды систем противоаварийной автоматики. Аппаратурой ВЧТО-М были оснащены все межсистемные ЛЭП страны.

В связи с усложнением требований к системам противоаварийной автоматики, в том числе увеличением числа команд, перекрываемого затухания, уменьшением времени передачи команд, возникла необходимость разработки новой аппаратуры для передачи сигналов-команд. В результате этой работы был создан комплекс

аппаратуры АНКА-АВПА, выпуск которой начался в 1978 г. Эта аппаратура давала возможность передавать 14 сигналов-команд, что позволило гибко дозировать управляющие воздействия в системе противоаварийной автоматики.

В 60–70-х годах был разработан и начат выпуск комплекса аппаратуры каналов телефонной связи, телемеханики и передачи данных по ВЧ-каналам системообразующих ЛЭП сверхвысокого напряжения.

Для организации магистральных каналов связи по системообразующим линиям электропередачи была разработана 12-канальная аппаратура связи, работающая в основном по тросовым каналам.

В 80-х годах на смену снятой с производства пришла новая комбинированная аппаратура для магистральных каналов связи по ЛЭП 220–750 кВ и ЛЭП 35–220 кВ распределительных сетей. В комбинированной аппаратуре имелась упрощенная автоматика, обеспечивающая вызов одного абонента телефонного канала. Тогда же была разработана и внедрялась аппаратура каналов телемеханики, которая позволяла организовать до шести каналов телемеханики.

В 70–80-х годах проводилась большая работа по расширению производственных мощностей основного выпускающего предприятия — одесского завода «Нептун» за счет средств Минэнерго СССР. В связи с постоянным увеличением объема производства аппаратуры ВЧ-связи по ЛЭП основным и практически единственным координатором этой важнейшей работы был заместитель начальника службы телемеханики и связи ЦДУ ЕЭС России Н.П. Красовицкий.

С 1975 г. началось успешное сотрудничество с югославской фирмой «Искра» в части разработки и внедрения в электроэнергетике комплекса высокочастотного оборудования связи. В комплекс входили: 12-канальная система передачи, усилитель мощности и высокочастотный преобразователь, разработанный и изготовленный фирмой «Искра» при непосредственном участии специалистов ЦДУ ЕЭС России (В.В. Мороз, В.Т. Лаврушин), ВНИИЭ (Ю.П. Шкарин) и института «Энергосетьпроект» (В.Х. Ишкин, И.И. Цитвер, В.В. Серебряный, Б.А. Жучков). Данная аппаратура была предназначена для организации ВЧ-каналов связи по ЛЭП 110 кВ и выше для получения линейного спектра частот в диапазоне 16–620 кГц.

В 1967 г. Постановлением ЦК КПСС и Совета Министров СССР одиннадцати министерствам: МПС, Минэнерго СССР, Мингазпрому СССР, Миннефтепрому СССР и др. было дано разрешение на создание собственных магистральных отраслевых сетей связи. Работы по созданию магистральных сетей связи, главным образом на базе кабельных линий, были начаты практически в конце 60-х годов. Основу магистральных отраслевых сетей связи электроэнергетики составили кабельные линии связи (КЛС), проходящие через места расположения многих диспетчерских пунктов энергосистем и энергообъединений, крупные электростанции и узловые подстанции, а также через другие энергообъекты.

В соответствии с разработанным генеральной проектной организацией — институтом «Энергосетьпроект» (В.Х. Ишкин, В.А. Серебряный) планом развития средств связи отрасли предусматривалось в течение 15–20 лет построить три крупнейших маги-

стральных кабельных линии связи (МКЛС):

Северо-Западную, проходящую через Мосэнерго, Тулаэнерго, Смоленскэнерго, Белглавэнерго, Литовглавэнерго, Латвглавэнерго, Эстонглавэнерго и Ленэнерго;

Южную, проходящую через Мосэнерго, Рязаньэнерго, Воронежэнерго, Донбассэнерго, Киевэнерго;

Восточную, проходящую через Мосэнерго, Владимирэнерго, Горэнерго, Куйбышевэнерго.

В целях обеспечения живучести трассы всех МКЛС должны были проходить в обход крупных населенных пунктов. Кроме того, в соответствии с существовавшими требованиями целый ряд обслуживаемых усилительных пунктов сооружались в подземном исполнении с автономными средствами энергоснабжения, водоснабжения и другими системами жизнеобеспечения.

Первую крупную МКЛС начали сооружать еще в начале 70-х годов. Ее проектная мощность составляла 480 аналоговых каналов. В тот же период приступили к строительству Южной магистрали на участке Киев—Артемовск. В 1978 г. была введена в эксплуатацию Северо-Западная магистраль протяженностью более 2 тыс. км, проходящая через энергосистемы ОЭС Центра и Северо-Запада. Вместе с тем создавалась разветвленная кабельная сеть в ОЭС Северо-Запада, Урала, Юга и других энергообъединений.

Широко использовалось кооперативное строительство МКЛС вместе с другими министерствами и ведомствами, в том числе с Миннефтегазпромом СССР (Горький—Оханск—Нижняя Тура, Омск—Красноярск), МПС СССР (Тюмень—Сургут—Уренгой, Тайшет—Усть-Кут—Комсомольск-на-Амуре—Хабаровск) и др.



Специалисты ВНИИЭ института «Энергосетьпроект» и ЛПИ на подстанции 330 кВ (Ю.П. Шкарин, В.Х. Ишкин, В.Г. Каган и др.)

Для сооружения МКЛС в Минэнерго СССР был создан специализированный строительно-монтажный трест «Энергострой-монтажсвязь» во главе с М.Н. Борзовым.

Существенный вклад в создание кабельной сети отрасли внесли специалисты ЦДУ ЕЭС России, института «Энергосетьпроект» и его отделений, некоторых ОДУ и энергосистем В.В. Айзенберг, М.А. Артибилов, У.М. Берзиньш, И.С. Беспалов, В.Х. Ишкин,



Семинар 1969 г. по внедрению УКВ радиосвязи в энергосистемах.

А.И. Кочетков, К.Е. Михайлов, В.В. Мороз, М.Я. Поляк, А.И. Шакенас, Г.А. Якимов и др.

Радиорелейные линии (РРЛ) связи начали сооружаться в нашей стране с середины 50-х годов как наиболее прогрессивный вид связи. На первом этапе внедрялись в основном одноканальные РРЛ. В 60-х годах в соответствии с требованиями отечественных специалистов венгерской промышленностью был начат выпуск радиорелейной аппаратуры, которая внедрялась практически во всех энергосистемах страны. Затем с венгерскими специалистами была разработана новая 32-канальная аппаратура, переведенная в дальнейшем на новую сетку частот 390–470 МГц.

В 1988 г. была введена в опытную эксплуатацию первая в отрасли цифровая РРЛ на 2 Мбит/с, работающая в диапазоне 1,9–2,1 ГГц.

Радиорелейные линии широко применялись в электроэнергетике для организации внутрисистемных каналов связи. Они также сооружались вдоль магистральных ЛЭП сверхвысокого и ультравысокого напряжений с целью их комплексного использования для передачи данных, телефонной связи, телемеханики, организации линейно-эксплуатационной связи. На сооружение РРЛ по сравнению с КЛС требовались меньшие капитальные вложения и эксплуатационные расходы при минимальной численности обслуживающего персонала. Радиорелейные линии связи организовывались, главным образом, в районах, труднодоступных для строительства КЛС. Для организации РРЛ в основном использовались частоты в диапазонах 400 и 800 МГц.

Большую работу по внедрению в электроэнергетике РРЛ провели специалисты Энергосетьпроекта, Сельэнергопроекта и ВНИИЭ, ЦДУ ЕЭС России, ряда ОДУ и энергосистем С.С. Агафонов, А.В. Вержболович, С.Р. Дмитриев, В.Х. Ишкин, А.Л. Лютиков, Д.С. Метрикин, В.Л. Плотников, В.В. Тараничев, В.И. Тимченко, И.Р. Широкоступ и др.

Ультракоротковолновая (УКВ) радиосвязь, внедрение которой началось в 60-х годах, сыграла важную роль в обеспечении надежного энергоснабжения потребителей. Основа внедрения УКВ-радиосвязи в энергосистемах была заложена в решении Научно-технического совета Минэнерго СССР от 28 октября 1965 г., в котором были выдвинуты принципиально новые требования к организации УКВ-радиосвязи в предприятиях электрических сетей.

В соответствии с этим решением в институте «Энергосетьпроект» были разработаны рекомендации по широкому использованию УКВ-радиосвязи в эксплуатационном обслуживании энергообъектов (С.С. Агафонов, В.Х. Ишкин, М.А. Левин, И.Е. Михайлов, И.И. Цитвер и др.). Одновременно была разработана методика расчета интервалов УКВ радиосвязи, учитывающая конкретные характеристики трассы (В.Х. Ишкин).

Весьма эффективным был организованный ОРГРЭС в 1969 г. семинар, на котором были рассмотрены результаты работы предприятий и организаций в области внедрения УКВ-радиосвязи в энергосистемах, в том числе первый опыт применения венгерских радиостанций типа ФМ в Литовглавэнерго (В.Ю. Булаवास), Белглавэнерго (А.В. Вержболович) и Чувашэнерго (В.А. Власов), предложения специалистов ОРГРЭС по увеличению дальности радиосвязи путем приема радиоканалов на проводные каналы, возможности и перспективы применения УКВ радиосвязи на блочных электростанциях.

В семинаре участвовал представитель Государственной инспекции электросвязи Минсвязи СССР В.Ю. Хорощанский, что в последующем способствовало выделению энергетической отрасли собственных радиочастот.

На первом этапе для организации УКВ-радиосвязи использовались частоты в диапазоне 36–46 МГц. В середине 60-х годов для всех энергосистем отрасли были выделены 20 частот в диапазоне 150–153 МГц и 8 частот в диапазоне 160–161 МГц. В начале 70-х годов Минэнерго СССР были даны рекомендации Госинспекцией электросвязи Минсвязи СССР о переводе УКВ-радиосе-

тей отрасли на новую сетку частот 162–168 МГц. С целью рационального использования 27 из 28 выделенных радиочастот были централизованно распределены по территории всех энергосистем, а одна выделена для использования по всей территории страны в аварийных ситуациях. Эта работа была выполнена институтом «Энергосетьпроект» с участием специалистов ОРГРЭС и ЦДУ ЕЭС России (С.Г. Агафонов, В.Х. Ишкин, В.П. Плотников).

Опыт эксплуатации УКВ-радиосетей показал целесообразность работы по централизованному распределению радиочастот. В прошедшие годы не возникали проблемы электромагнитной совместимости.

На выделенных частотах внедрялись венгерские радиостанции ФМ-10/164 с блоками телесигнализации, которые обеспечивали передачу аварийно-предупредительной



Семинар 1969 г. по внедрению УКВ радиосвязи в энергосистемах. Осмотр оборудования (Б.П. Белоус, Е.И. Борисов, В.П. Плотников и др.)

сигнализации с необслуживаемых подстанций. Кроме того, на базе этих радиостанций при необходимости создавались системы дальней радиосвязи на расстояния до 150 км.

В 80-х годах начала внедряться новая аппаратура ФМ-300 на интегральных схемах с блоками телесигнализации и устройствами ретрансляции.

Скомплектованные из этих блоков радиостанции обеспечивали: телефонную радиосвязь между стационарными, мобильными или другими подвижными радиостанциями; дистанционное управление радиостанции из одного или двух пунктов; передачу сигналов о состоянии или неисправности оборудования необслуживаемых подстанций; автоматическую ретрансляцию речи и сигналов через одну или две промежуточные радиостанции.

В 80-х годах УКВ-радиосвязь начала внедряться на АЭС.

Ввод в эксплуатацию магистральных линий связи существенно повысил эффективность оперативно-технического и автоматического управления за счет создания на базе этих линий автоматизированных производственных телефонных сетей (ПТС) на всех уровнях управления.

К началу 70-х годов в энергосистемах накопился значительный опыт по развитию и совершенствованию ПТС, в первую очередь в Литовглавэнерго (Ю.П. Булава), Белглавэнерго (А.В. Вержболович), Куйбышевэнерго (А.И. Ляпин), Кузбассэнерго (И.П. Заборский) и др. Важную роль в развитии ПТС сыграли и разработанные ОРГРЭС Основные положения о производственных телефонных сетях Минэнерго СССР.

Дальнейшее развитие ПТС получили после проведенного в 1970 г. в Кемерове семинара «Автоматизация дальней телефонной связи энергетических объектов с диспетчерскими управлениями энергосистем на базе внедрения новой коммутационной аппаратуры и устройств дальнего набора», организованного Минэнерго СССР, НТОЭ и ЭП и ОРГРЭС.

На первом этапе в качестве коммутационной техники широко использовались электромеханические системы (декадношаговые и координатные автоматические телефонные станции — АТС), которые к концу 70-х годов практически исчерпали свои технологические (быстродействие, надежность) и функциональные возможности.

В 80-х годах началось широкое внедрение квазиэлектронной коммутационной техники на базе АТС отечественного производства типа «Квант», которое в основном обеспечило ЦДУ ЕЭС СССР (Г.М. Алексеева). В это же время началось широкое использование АТС серии ЕСК производства Болгарии. Существенный вклад во внедрение этих АТС внесли Г.В. Соминская (ЦДУ ЕЭС России), Ю.Л. Любарский, Н.Н. Селиванова (ОРГРЭС). В эти же годы в ЦДУ ЕЭС СССР и ОДУ Центра стали вводиться в эксплуатацию (Г.И. Головинская, Н.П. Красовицкий) АТС типа ЕСК производства «Siemens», которые безаварийно проработали около 10 лет.

Наибольший вклад по всему комплексу развития ПТС внесли Г.С. Карасин и В.А. Серебряный, которыми была разработана структура ПТС для всех уровней управления электроэнергетической отраслью.

Однако к концу 80-х годов в связи с появлением цифровых каналов связи существующая коммутационная техника уже была не в состоянии обеспечить предъявленные к ней новые требования. В связи с этим в 1988–1989 гг. были введены в эксплуатацию первые в отрасли цифровые электронные АТС общей емкостью более 4000 номеров (в ОДУ Урала и Средней Волги, Белглавэнерго, Ленэнерго и в Московском узле связи Минэнерго СССР).

Внедрение современной цифровой коммутационной техники позволило повысить надежность и качество передачи информации. Большую роль в ее внедрении сыграли специалисты ЦДУ ЕЭС России, ОДУ и энергосистем М.А. Артибилов, Г.И. Головинская, В.Х. Ишкин, М.Я. Поляк, С.И. Тарасов и др.

Внедрение волоконно-оптической технологии в электроэнергетике нашей страны началось в 1979 г. после разработки Координационного плана, утвержденного Научно-техническим советом Минэнерго СССР от 2 февраля 1979 г. (В.Х. Ишкин, В.А. Семенов). В соответствии с решением НТС функции головной организации по внедрению волоконно-оптической технологии были возложены на институт «Энергосетьпроект». В заседании совета принимали участие представители отраслевых институтов «Теплоэлектропроект» и НИИПТ, а также специалисты Института радиотехники и электроники АН СССР, которым было освоено изготовление и проведено испытание опытных образцов волоконно-оптических кабелей (ВОК). Одновременно с Минпромсвязи производство таких кабелей было подготовлено Минхимпромом СССР. На первых этапах

применение волоконно-оптической технологии предусматривалось для внутриобъектных систем передачи информации.

На заседании НТС 18 марта 1985 г. были рассмотрены состояние и перспективы внедрения волоконно-оптических систем в электроэнергетике. В заседании этого совета приняли участие представители ВНИИЭ, ЦДУ ЕЭС России, института «Энергосетьпроект», Мосэнерго, Одессаэнерго, ГИВЦ Минэнерго УССР, Конаковской ГРЭС, организаций «Дельта» (Минэлектропром), «Молния» (Минпромсвязи) и др.

В первой половине 80-х годов волоконно-оптическая технология была внедрена на Запорожской ГРЭС и ПС 750 кВ Западно-Украинская. В этот же период была введена первая ВОЛС на участке ЦДП Мосэнерго – Московский узел связи.

В 1989 г. первая реальная волоконно-оптическая линия связи (ВОЛС) с подвеской на опорах ЛЭП (ВОЛС-ВЛ) была внедрена в АО «Ленэнерго» под руководством и при непосредственном участии С.И. Тарасова. Общая протяженность участка составляла 4,5 км. Эта дата считается началом эксплуатации одного из самых перспективных видов связи в электроэнергетике.

Большую роль в развитии и внедрении современных средств связи в электроэнергетике сыграли проводимые с 1981 г. международные выставки «Энергосвязьавтоматизация» (Г.М. Аронов, Г.А. Дорошенко, В.Х. Ишкин, В.А. Семенов), на которых свои достижения в области средств связи, телемеханики и автоматики демонстрировали более десяти отечественных предприятий и примерно такое же число зарубежных фирм. С 1981 по 1990 г. в

павильоне «Электрификация» на ВДНХ было проведено пять выставок.

Постоянными участниками этих выставок были институт «Энергосетьпроект», ПО «Союзтехэнерго», ВНИИЭ, ПО «Энергоавтоматика», предприятия Минпромсвязи СССР – ПО «ВЭФ» и завод «Нептун». Из зарубежных предприятий наиболее активное участие принимали фирмы «Iskra» (Югославия) и «Электрим» (Польша), заводы «Орион», «БРГ» (Венгрия), «Нокия» (Финляндия) и др.

В рамках выставок проводились семинары, на которых с докладами выступали специалисты отечественной промышленности и представители зарубежных фирм-участниц. Одновременно проводились специализированные мероприятия по отдельным направлениям развития средств связи: дни коммутационной техники, радиосистем, измерительной техники, систем телемеханики и др.

К концу 80-х годов дальнейшее расширение масштабов ЕЭС, стремление к более эффективному использованию электрических сетей усложнили задачу управления их режимами, что в свою очередь обусловило необходимость совершенствования систем автоматического и диспетчерского управления и основ надежного функционирования этих систем – телекоммуникационных сетей отрасли.

Проведенный в конце 80-х годов системотехнический и экономический анализ показал, что телекоммуникационные сети, являясь на тот момент практически полностью аналоговыми, не могли в полной мере обеспечить все возрастающие требования управления отраслью.

Необходимы были действенные меры по их: совершенствованию и развитию в рамках комплексного подхода, учитывающего взаимовлияние развития различных видов связи.

Еще в конце 80-х годов в электроэнергетике начался переход от аналоговых телекоммуникационных сетей к цифровым. Первый программный документ по цифровизации телекоммуникационных сетей отрасли появился в 1990 г. Им стало решение научно-технического совета отрасли от 1 марта 1990 г., в котором были изложены разработанные ЦДУ ЕЭС основные этапы создания цифровых телекоммуникационных сетей.

На первом этапе (до 2005 г.) предусматривалось создание интегрально-цифровых сетей связи – Integrated Digital Network (IDN), в которых будет обеспечиваться интеграция цифровых систем передачи и коммутации. Одним из главных решений этого этапа является переход сетей связи отрасли на единую систему сигнализации. При этом с целью повышения эффективности цифровизации необходимо в каждой из зон обеспечить комплексное внедрение цифровых систем передачи и коммутации.

На втором этапе (до 2010 г.) предусматривалось создание цифровых сетей интегрального обслуживания – Integrated Services Digital Network (ISDN). Эти сети – результат взаимного развития сетей связи и вычислительных сетей, обеспечивающих предоставление пользователям более широкого спектра услуг.

На третьем этапе (до 2015 г.) предусматривался переход к широкополос-

ной цифровой сети интегрального обслуживания для организации отраслевой транспортной сети и интеллектуальных сетей.

Внедрение новейших информационных технологий осуществлялось в рамках интенсивного развития в отрасли волоконно-оптических линий связи с подвеской волоконно-оптических кабелей на опорах линий электропередачи 110–500 кВ, цифровой коммутационной техники, систем спутниковой связи.

Отсутствие единой, доступной для всех пользователей отрасли телекоммуникационной сети связи приводило к большим потерям и непроизводительным затратам. Поэтому в середине 90-х годов перед РАО «ЕЭС России» встала задача разработки концепции развития отраслевой телекоммуникационной сети связи. Приказом президента РАО «ЕЭС России» № 400 от 3 сентября 1995 г. был создан Исполнительный совет по развитию электросвязи и телемеханики электроэнергетики (председатель А.Ф. Дьяков, первый заместитель председателя В.Х. Ишкин, заместители председателя Ф.Я. Морозов и В.И. Баланчевадзе), на который были возложены задачи разработки концепции и координации работ по ее реализации.

Во второй половине 1995 г. коллектив специалистов из ЦДУ ЕЭС России (В.Х. Ишкин, В.А. Забегалов, Г.И. Головинская и др.) с участием специалистов вычислительного центра (В.И. Баланчевадзе, В.П. Стегний), института «Энергосеть-проект» (В.М. Дубовицкая), Московского узла связи (А.П. Котельников, А.И. Печенкин), АО «Информтехсвязь» (В.П. Плотников), ЗАО «ОПТЭН» (Б.И. Механошин),

ВНИИЭ (Л.И. Брауде) и ряда других организаций разработал Концепцию развития Единой сети электросвязи и телемеханики электроэнергетики (ЕСЭТЭ), в которой были изложены основные положения развития телекоммуникационной сети отрасли на 1995–2005 гг.

Первичная сеть ЕСЭТЭ представляет собой средства передачи информации в рамках единой сети каналов и трактов, удовлетворяющие требованиям различных сетей связи (телефонных, телеграфных, передачи данных, факсимильных сообщений и т.д.). Первичная (отраслевая) сеть связи охватывает все основные объекты ЕЭС, РАО «ЕЭС России», другие предприятия и организации, обеспечивающие подготовку электроэнергетического производства и развитие ЕЭС России, а также ЭС и ПС других хозяйствующих субъектов, участвующих в функционировании оптового рынка электроэнергии и мощности (ОРЭМ).

Первичная сеть связи подразделяется на межсистемные (магистральные), внутрисистемные (зоновые) и местные сети. Межсистемные сети объединяют внутрисистемные сети, образуя единую сеть связи электроэнергетики, и используются на верхних уровнях управления. По внутрисистемным сетям связи обеспечивается обмен информацией между энергообъектами и ЦДП АО-энерго, ДП ПЭС и РЭС, а также между ДП внутрисистемных уровней управления.

Первичная сеть отрасли представляет собой разветвленную сеть кабельных, радиорелейных (РРЛ) линий связи, каналов ВЧ-связи по воздушным линиям электро-

передачи высокого (ВН), сверхвысокого (СВН) и ультравысокого напряжений (УВН). На 1 января 1990 г. она являлась в основном аналоговой. На 1 января 2000 г. уровень цифровизации телекоммуникационных сетей составил около 15%. По протяженности линий связи и канальной емкости первичная сеть электроэнергетики наряду с сетями МПС и Газпрома является одной из крупнейших в России после сети Минсвязи. Общая канальная емкость сети на 1 января 2000 г. составляла соответственно около 10 млн. кан.-км, из которых 2,3 млн. — по кабельным линиям связи (КЛС), 1 млн — по радиорелейным, 1,4 млн. — по УКВ-радиосистемам, 3,3 млн. — по ЛЭП.

На базе первичной сети отрасли созданы вторичные сети следующего назначения:

- производственные телефонные сети различных уровней управления оперативно-диспетчерской, технологической и административно-хозяйственной деятельности;
- телефонные сети селекторных со-вещаний;
- телеграфные сети;
- телеинформационные сети (по уровням управления) АСДУ, обеспечивающие передачу сигналов телеизмерения, телесигнализации и телеуправления;
- сети автоматического регулирования частоты и активной мощности;
- сети автоматического управления аварийными режимами, обеспечивающие передачу сигналов для систем релейной защиты (РЗ), противоаварийной автоматики (ПА) и автоматического отключения нагрузки (САОН);

- сети передачи данных различного назначения, включая телекоммуникационную сеть «Электра»;

- сети факсимильной связи, предназначенные для передачи копий печатных и графических документов.

В рассматриваемый период в энергосистемах в основном использовалась аппаратура каналов ВЧ-связи по ЛЭП, в значительной своей части разработанная до 1960 г. и выпущенная до 1980 г., которая морально и физически устарела и не отвечала современным требованиям по надежности, достоверности и другим параметрам.

В 1996–1997 гг. на Шадринском телефонном заводе (М.А. Артибилов) было освоено многосерийное производство аппаратуры ВЧ-связи по ЛЭП АКСТ «Линия», предназначенная для организации каналов связи и передачи данных по ВЧ-трактам ЛЭП всех классов напряжений. В каждом стволе связи аппаратура имеет от одного до шести дуплексных телефонных каналов с возможностью вторичного уплотнения каналами телеинформации до трех в каждом. Дополнительно аппаратура может обеспечить дуплексную передачу десятка единичных сигналов исполнения внешних систем. В аппаратуре имеется встроенная автоматизированная система контроля, обеспечивающая контроль, измерения и индикацию технических параметров, формирование и предъявление обслуживающему персоналу обобщенных сигналов исполнения.

В это же время специалисты ЦДУ ЕЭС России (Н.И. Строганов), ВНИИЭ (Л.И. Брауде, Ю.П. Шкарин) и Мосэнерго (В.Т. Лаврушин) проводили работы с фир-

мой «Iskra Sysen» по дальнейшему совершенствованию аппаратуры серии ЕТ (ЕТ-7 и ЕТ-8). В аппаратуре ЕТ-7 применяется однобоковая амплитудная модуляция (Single Side Band — SSB). Высокочастотный диапазон ЕТ-7 составляет от 32 до 600 кГц. В аппаратуре ЕТ-8 обеспечивается полная программируемость НЧ и ВЧ на месте эксплуатации без какого-либо изменения аппаратных блоков; гибкая структура оборудования, простое осуществление встречных вариантов НЧ-окончаний; модульность исполнения, прямое изменение комплектации оборудования на месте эксплуатации; мониторинг исполнения обоих комплектов аппаратуры ВЧ-канала, доступный с каждой стороны канала связи.

Одновременно в 1999 г. Мосэнерго (Н.И. Симичев, Б.А. Жучков) совместно с фирмой АВВ освоило производство первой в нашей стране современной цифровой аппаратуры ВЧ-каналов по ЛЭП. Кроме того, специалистами ВНИИЭ (Л.И. Брауде, Ю.П. Шкарин) были разработаны обоснования необходимости замены устаревшего оборудования новым цифровым, которые сводились к следующему:

- аппаратура ВЧ-связи должна иметь возможность постоянного контроля за ее состоянием и диагностическое прогнозирование результатов и выдачу соответствующих сообщений, в том числе на удаленный пункт оперативного управления сетью связи. В отдельных случаях может потребоваться возможность дистанционного управления режимами аппаратуры (ее конфигурация);

- аппаратура ВЧ-связи должна давать возможность передачи данных со скоростями до 32 Кбит/с (по крайней мере до

19,2 Кбит/с) с перспективой перехода к скорости 81 Кбит/с;

- объем передаваемой информации на единицу полосы частот, занимаемых каналом в линии, должен быть увеличен в 2–3 раза по сравнению с аппаратурой на аналоговой элементной базе.

В полной мере все критерии удовлетворяются при применении аппаратуры следующего поколения, которую можно назвать цифровой аппаратурой по ЛЭП с передачей в линию сигналов различных видов информации не с частотным, а с временным разделением. В этой аппаратуре цифровая обработка сигнала (DSP) применяется не только для переноса спектра диагностики и контроля состояния аппаратуры, но и для сжатия передаваемой информации.

При разработке современной цифровой аппаратуры следует рассмотреть и решить вопрос совмещения в одном аппарате функций передачи сигналов телефонной и других, обычно передаваемых в одном аппарате, видов информации и сигналов релейной защиты и противоаварийной автоматики.

Это связано с тем, что выпускаемая в настоящее время аппаратура ВЧ каналов релейной защиты и противоаварийной автоматики является специализированной аппаратурой, имеющей не очень хорошие характеристики избирательности и занимающей значительную часть спектра частот, выделенного для ВЧ-связи по ЛЭП. В то же время аппаратура каналов связи по ЛЭП, выпускаемая западными фирмами, наряду с передачей чисто связистской информации дает возможность передачи сигналов РЗ и ПА, не ухудшая надежности и достоверности этих каналов. При этом су-

щественно улучшается выбор частот для новых ВЧ-каналов.

Система передачи цифровой связи по ЛЭП на скорости 64 Кбит/с дает возможность включения каналов ВЧ-связи в сеть ISDN на уровне В+D (В – 64 Кбит/с, D – 8 Кбит/с). В данной аппаратуре предусматривается возможность программирования модуляторов и демодуляторов с целью гибкого выбора рабочих частот аппаратуры эхознаградителей, что позволяет осуществлять одновременно передачу и прием сигналов в цифровом потоке (64+8) Кбит/с в одной полосе частот 16 кГц.

Применение цифровых систем передачи для создания ВЧ-каналов по ЛЭП имеет ряд преимуществ, в том числе: небольшие затраты; возможность одновременной передачи сигналов дистанционной защиты и отключения нагрузки; широкая полоса канала тональной частоты (ТЧ) (300–3400); организация от одного до семи каналов ТЧ в полосе частот до 16 кГц; экономия спектра частот в 3 раза; возможность организации в канале ТЧ одного канала телеинформации скоростью передачи 2400 бит/с или трех каналов со скоростью 600 бит/с; существенное снижение помех во внутренних трактах.

В июне 1999 г. предприятием АВВ ВЭИ «Метроника» (Москва) начат выпуск цифрового оборудования ВЧ-связи по линиям электропередачи 35–1150 кВ серии ETL-500. Комплекс аппаратуры ETL-500 предназначен для передачи сигналов речи, дуплексной передачи сигналов команд РЗ и ПА, передачи высокоскоростных данных, данных телемеханики и АСКУЭ, данных систем диспетчерского и технологического управления.

Период с 1990 по 2000 г. характеризуется весьма интенсивным внедрением волоконно-оптических линий связи с подвеской волоконно-оптических кабелей на опорах линий электропередачи (ВОЛС-ВЛ).

Первая ВОЛС была внедрена в «Ленэнерго» в 1989 г. Всего же за десятилетие в энергосистемах было построено около 7000 км ВОЛС-ВЛ с подвеской ВОК на ЛЭП напряжением 110, 154, 220 и 330 кВ.

Впервые ВОЛС-ВЛ с подвеской на опорах ВОК, встроенного в горизонтальный трос (производства фирмы «Nokia»), была построена (С.И. Тарасов, Б.И. Механошин) в 1993 г. на участке Госграница (Финляндия) – Санкт-Петербург и имела общую протяженность около 210 км. В 1993–1997 гг. была осуществлена (А.Н. Лихтенштейн) подвеска отечественного самонесущего ВОК на опорах ЛЭП 154 кВ общей протяженностью более 400 км; здесь же были внедрены отечественные цифровые системы передачи.

В 1995 г. совместно с АО «Ростелеком» была построена (Б.И. Механошин, С.И. Тарасов, Р.Б. Крейнин) ВОЛС-ЛЭП подвеской ВОК на ЛЭП 110, 220 и 330 кВ общей протяженностью более 170 км. Она стала частью международной трансроссийской ВОЛС Кингисепп–Находка.

В 1996 г. введена в эксплуатацию (В.Н. Тимошкин, Б.И. Механошин) ВОЛС-ВЛ на ЛЭП 110 кВ Иваново – Шуя в АО «Ивэнерго» в соответствии с разработанной фирмой «Siemens» технологией по прокладке ВОК под грозозащитным тросом с помощью примотки клейкой стеклолентой.

В 1997–1998 гг. в АО «Кузбассэнерго» (В.В. Аксенов) было введено в эксплуатацию около 600 км ВОЛС-ВЛ с подвеской встроенного в грозозащитный трос ВОК на

участках Кемерово–Новокузнецк, Кемерово–Юрга и Кемерово–Анжеро–Судженск.

В 1997–1999 гг. совместно с АО «Ростелеком» была построена крупнейшая в мире ВОЛС-ВЛ с подвеской встроенного в грозозащитный трос ВОК OPWG производства фирм «Alcoa Fujikuga» (США) и «Fujikuga» (Япония) на ЛЭП 220 кВ по трассе Бирюсинск–Белогорск общей протяженностью около 3800 км (Б.И. Механошин, Б.И. Смирнов, В.М. Глушков, Г.А. Якимчук, В.И. Кудинов, Ю.Н. Тимошенко). Эта ВОЛС является частью трансроссийской ВОЛС Кингисепп–Находка.

Кроме того, в 1995–1999 гг. в Москве (Н.И. Симичев), Санкт-Петербурге (С.И. Тарасов, А.И. Скребриков), Екатеринбурге (М.А. Артибилов), Пятигорске (В.Л. Нестеренко, В.С. Шуваев) и других городах были введены в эксплуатацию ВОЛС-ВЛ с прокладкой ВОК в телефонной канализации и грунте общей протяженностью около 700 км.

Интенсивному внедрению волоконно-оптической технологии в электроэнергетике способствовало то, что оптические волокна, применяемые в качестве среды распространения, имеют существенные преимущества перед другими средами распространения, а именно:

- *широкая полоса пропускания*, которая обеспечивается за счет использования весьма широкой полосы частотного диапазона. Как видно из спектра электромагнитных волн, для передачи информации по волоконно-оптическим кабелям используются в основном видимый и инфракрасный диапазоны (волны длиной 0,7–1,6 мкм);

- *незначительное затухание сигнала* при распространении его по оптическим волокнам. Выпускаемые отечественными и зару-

бежными производителями оптические волокна в зависимости от длины волны 0,85; 1,3 и 1,55 мкм имеют минимальные значения затухания соответственно 2,0; 0,5 и 0,2 дБ/км;

- *высокая защищенность от несанкционированного доступа* – одно из важнейших преимуществ ВОЛС, особенно для электроэнергетики, которая является ведущей стратегической отраслью экономики России;

- *высокая помехозащищенность*, которая обеспечивается за счет изготовления оптических волокон из диэлектрических материалов, невосприимчивых к электромагнитным влияниям;

- *гальваническая развязка*, которая особенно важна для ВОК, заходящих на энергообъекты, так как в этом случае полностью отсутствует вынос потенциала;

- *высокая термоустойчивость, взрыво- и пожаробезопасность*. Оптические волокна изготавливаются из кварцованного стекла, основу которого составляет диоксид кремния, имеющего термоустойчивость выше 1000°C. Благодаря высокой термоустойчивости и отсутствию искрообразующих элементов оптические волокна обладают высоким уровнем взрыво- и пожаробезопасности;

- *длительный срок эксплуатации*. Оптические волокна подвержены старению, в результате чего возрастает коэффициент затухания в эксплуатируемом ВОК. За счет совершенствования технологий оптических волокон срок старения был увеличен и составляет в настоящее время 25 лет и более;

- *малый вес и объем*.

Опыт строительства и эксплуатации в энергосистемах нашей страны, теоретические и экспериментальные исследования, а

также зарубежный опыт создают предпосылки для дальнейшего строительства ВОЛС.

Весьма важным документом, который должен способствовать реализации планов внедрения ВОЛС в электроэнергетике, являются Правила проектирования, строительства и эксплуатации волоконно-оптических линий связи на воздушных линиях электропередачи напряжением 110 кВ и выше, разработанные в 1997 г. «Электросетьсервисом» (В.Н. Туленов), ЦДУ ЕЭС России (А.М. Скоробогатов), институтом «Энергосетьпроект» (В.В. Черепанова), ВНИИЭ (С.В. Крылов), МУСЭ (А.П. Котельшков), ОПТЭН (Б.И. Механошин) и другими организациями. Правила обязательны для организаций и предприятий любой формы собственности, занимающихся проектированием, строительством и эксплуатацией волоконно-оптических линий связи 110 кВ и выше.

В середине 90-х годов в электроэнергетике начались работы по внедрению спутниковых систем связи, которые до этого времени в отрасли практически не применялись. Спутниковые системы связи весьма перспективны в связи с большой территорией России, наличием труднодоступных районов, высокой окупаемостью затрат. Сети спутниковой связи — составная часть Единой сети электросвязи и телемеханики отрасли; их, в основном, предполагается использовать для следующих целей:

- организация резервных каналов для оперативно-технологического управления на верхних уровнях управления;
- обеспечение каналами связи объектов энергетического строительства и стройиндустрии;

- организация линейно-эксплуатационной связи протяженных линий электропередачи СВН и УВН;

- развертывание оперативной связи в районах ликвидации последствий различных катастроф;

- создание каналов «последней мили» для технологических систем;

- организация глобальной сотовой и пейджерной связи.

В 1997–1998 гг. Главным вычислительным центром (ГВЦ) электроэнергетики (В.И. Баланчевадзе, В.П. Стегний) с участием ЦДУ ЕЭС России (А.А. Окин, В.Х. Ишкин) был разработан проект спутниковой системы связи отрасли, которым предусматривалось создание спутниковой сети связи для передачи потоков цифровых данных и соединения между собой на глобальном уровне региональных и локальных сетей связи различных типов: локальных вычислительных сетей, сотовой, пейджерной, транкинговой и других наземных средств связи.

Опорная сеть строится как сеть общего применения с учетом потребностей организаций и предприятий электроэнергетической отрасли в сочетании с коммерческим использованием. Ее технической основой является геостационарные системы спутниковой связи, работающие в «С»-диапазоне частот. По конфигурации это полносвязная сеть, обеспечивающая работу как по принципу «каждый с каждым» для телефонии, так и в режиме закрепления каналов со скоростями до 2 Мбит/с. Для опорной сети предлагается следующая структура: центральная трафиковая земная станция (в Москве), земные станции: со средними ресурсами — в объединенных энергосистемах и с относительно малыми ресурсами —

в энергокомпаниях и на крупных отраслевых объектах. В опорной сети планируется установить примерно 350 земных станций.

Сети «последней мили» на базе спутниковых технологий предназначены для передачи информации с технологических устройств в районах, где отсутствует развитая наземная связь, а ее создание требует значительных инвестиций. Из-за ощутимой задержки распространения сигнала для геостационарных систем для построения сетей «последней мили» намечается использовать низкоорбитальную связь, в частности российскую систему «Гонец».

Сети «последней мили» будут применяться: в системе контроля за электропотреблением и для целей противоаварийной автоматики; для передачи сигналов телемеханики и электронной почты из труднодоступных районов.

Подвижная спутниковая связь использует различные космические аппараты; при этом определяющими параметрами являются вид орбиты (геостационарная, низкоорбитальная) и диапазон рабочих частот. В электроэнергетике России планируется применение стационарных и мобильных земных станций С- и К-диапазонов.

В качестве бортовых систем могут быть использованы спутники «Горизонт», а в дальнейшем — спутники «Экспресс», которые были выведены на геостационарную орбиту в точку стояния спутника «Горизонт» в конце 90-х годов. Спутники «Экспресс» обладают вдвое большей пропускной способностью, чем спутники «Горизонт».

Вместе с тем в целях освоения передачи оперативно-диспетчерской информации по спутниковым системам связи ЦДУ ЕЭС России совместно с некоторыми ОДУ и АО-энерго в середине 90-х годов начали

использовать спутниковые каналы, арендованные у АО «Телепорт-ТП», «Бизнес-Связь» и «Совам-Телепорт», которые создали рациональную сеть на основе передовой технологии DAMA — Demand Assigned Multiple Access. Принцип DAMA (многостанционный доступ по требованию) позволяет создать сеть, обеспечивающую высококачественную связь типа «каждый с каждым» и исключающую двойной спутниковый скачок при прохождении сигнала между любыми двумя узлами. Эта технология исключает задержки при передаче информации в силу отсутствия транзита через центральную станцию, обеспечивает открытость сети, отличается экономической эффективностью для абонента, так как он оплачивает только фактическое время занятия канала. В качестве бортовых систем выбраны спутники нового поколения «Intelsat 704».

В 1990–2000 гг. в электроэнергетике продолжали широко использоваться средства радиосвязи, в основном на нижних уровнях управления для обеспечения связи с оперативно-выездными и ремонтно-восстановительными бригадами в распределительных электрических сетях, и линейно-эксплуатационную связь на протяженных ЛЭП. Средства УКВ-радиосвязи использовались также для передачи на диспетчерские пункты аварийно-предупредительных сигналов с необслуживаемых ПС и создания внутренней резервной связи на электростанциях, в первую очередь атомных.

Широкому внедрению УКВ-радиосетей в первую очередь способствовало выделение для отрасли 28 номинальных значений частот (18 — для дуплексной и 10 —

для симплексной связи) в диапазоне 162–168 МГц, их централизованное распределение по всем ЭЭС и постоянный контроль за использованием со стороны ЦДУ ЭЭС России. Это позволило обеспечить рациональное использование выделенных частот и электромагнитную совместимость при организации УКВ радиосвязи.

На 1 января 2000 г. в отрасли эксплуатировались около 90 тыс. УКВ-радиостанций различного назначения.

На базе эксплуатируемых в электроэнергетике средств связи построены радиосети, предназначенные для обеспечения диспетчера связью с подчиненным оперативным персоналом. В районах электрических сетей радиосвязь является основным видом связи, обеспечивающим большинство потребностей района в оперативных и технологических каналах (диспетчерская связь с подчиненными объектами, передача телесигнализации о состоянии или неисправности оборудования).

Весьма широкое распространение с 1990 по 2000 г. получили цифровые радиорелейные линии связи, в первую очередь, для организации внутрисистемных каналов связи.

Эти линии организовывались, главным образом, в районах, труднодоступных для строительства КЛС. На 1 января 2000 г. в эксплуатации находилось более 2500 радиорелейных станций, работающих в диапазонах 160, 400 и 8000 МГц. Некоторые РРЛ организованы на частоте 10-11, 14-15 ГГц и выше.

По состоянию на 1 января 1990 г. в отрасли эксплуатировалось более 15 тыс. км симметричных и коаксиальных КЛС с использованием аналоговых систем передачи, построенных, в основ-

ном, в 70-х и 80-х годах. Кроме того, в этот же период были построены неуплотненные КЛС общей протяженностью около 60 тыс. км.

Строительство магистральных КЛС в 90-х годах практически не осуществлялось в связи с достаточно интенсивным строительством более прогрессивного вида связи ВОЛС.

В соответствии с существующей структурой управления в электроэнергетике в 90-е годы продолжали развиваться и совершенствоваться телефонные сети аппарата РАО «ЕЭС России», региональных представительств РАО «ЕЭС России» и межсистемных электрических сетей (МЭС), ЦДУ ЭЭС России и ОДУ, АО-энерго, предприятий и районов электрических сетей.

В сетях связи отрасли на 1 января 2000 г. была задействована коммутационная техника общей емкостью около 700 тыс. портов: электромеханическая (18%), квазиэлектронная (67%) и цифровая (15%).

Телефонная сеть связи построена по радиально-узловому принципу, при котором коммутационные устройства энергообъектов и предприятий связываются каналами дальней связи с центральной станцией производственной телефонной сети. Автоматическая междугородная связь организована с помощью аппаратуры дальней автоматической связи. Это позволяет организовать междугородную телефонную связь практически с любым энергетическим объектом с преимущественным правом использования каналов оперативным персоналом.

С 1999 по 2000 г. были полностью или частично адаптированы к телефонным сетям электроэнергетики и внедрены современные

цифровые телефонные станции СИ-2000 ("Iskra", Словения), Хайком-300 ("Siemens", Германия), Меридиан ("Kapsh", Австрия). Кроме того, внедрялась отечественная цифровая коммутационная техника «Квант» (предприятие «Сокол», Белгород), изготовленная с участием рижского завода ВЭФ.

На базе этой цифровой коммутационной техники с 1990 г. началось создание современных коммутационных узлов в ЦДУ ЕЭС России, ГВЦ энергетики, МУС РАО «ЕЭС России», в ряде ОДУ и АО-энерго, в результате чего закладывалась основа цифровизации телекоммуникационных сетей отрасли.

В 1995–1996 гг. был введен в эксплуатацию крупнейший в отрасли и в АО «Мосэнерго» коммутационный узел на 15 тыс. портов на базе коммутационной техники Хайком-300 (Н.И. Симичев). Во второй половине 90-х годов коммутационная техника Хайком-300 была также внедрена в ОДУ Северного Кавказа (В.Л. Нестеренко, В.С. Шуваев), АО «Хабаровскэнерго» (М.Я. Далингер), АО «Вологдаэнерго» (Л.П. Котов), АО «Костромаэнерго» (Ю.Я. Николенко) и на других объектах.

В 1993 г. в нашей стране впервые начат серийный выпуск цифровой коммутационной техники по инициативе ОДУ Урала (В.Д. Ермоленко, М.А. Артибилов). Производство было организовано в рамках совместного предприятия с участием ОДУ Урала, Уральского электромеханического завода и фирмы «Iskra».

Фирмой «ОРГРЭС» (Ю.Я. Любарский) и ЦДУ ЕЭС России (Г.И. Головинская) в 1998 г. был разработан руководящий документ «Основные положения по единой системе нумерации в автоматизированных производственных телефонных сетях ЦДУ-

и ОДУ, энергосистем, предприятий и организаций отрасли». В нем даны рекомендации по построению системы и плана нумерации на сетях связи разных уровней управления энергетикой при переходе к цифровым сетям связи. Разработанная система нумерации учитывает возможность перехода к смешанной системе нумерации, внедрения в сетях связи услуг ЦСИО и интеллектуальных сетей связи, включения в единую нумерацию подвижных абонентов сетей транкинговой радиотелефонной связи.

Сети передачи данных (ПД) предназначены для удовлетворения нужд АСУ отрасли (организационно-экономическое и технологическое управление) в информации по следующим категориям:

- ежесуточная, строго регламентированная по времени приема (диспетчерская ведомость, исходные данные для планирования режима, данные по балансам мощности, электроэнергии, топлива, гидроресурсов и т.п.);
- информация, время поступлений которой регламентировано несколькими сутками или неделями (отчетные данные о балансах мощности и электроэнергии, коммерческая информация и т.п.);
- информация, поступающая один раз в месяц, квартал и более длительный промежуток (различные отчеты в области организационно-экономической деятельности), а также нерегламентируемая информация (письма, телетайпограммы, факсограммы и другие текстовые документы).

По своей архитектуре сети ПД делятся на сети иерархической структуры и полносвязные сети. Полносвязная сеть ПД появилась в 1993 г. под влиянием процессов изменения структуры экономики и полу-

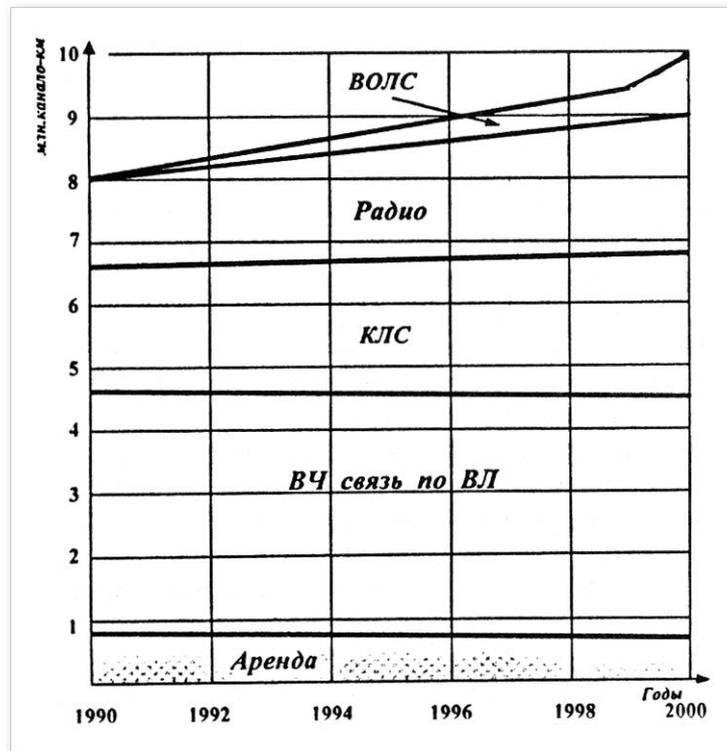


График роста различных видов связи за 1990–2000 годы.

чила название Единой электроэнергетической сети передачи данных «Электра» (разработана и развернута АО «ГВЦ энергетики», В.И. Баланчевадзе, В.П. Стегний).

В условиях рыночных отношений, когда значительно возросла потребность электроэнергетической отрасли в информации и средства передачи и обработки информации все теснее начали переплетаться с технологией работы всего комплекса отрасли, в частности с широким использованием компьютеров, локальных сетей и баз данных, ЕЭС «Электра» дала руководи-

телям отрасли новый инструмент получения и передачи информации, при помощи которого стало возможным решение многих актуальных задач управления. Единая электроэнергетическая сеть впервые решила в отрасли проблему горизонтальных информационных связей между предприятиями энергетики.

Сеть «Электра» — это новая инфраструктура в электроэнергетике, которая по своим масштабам может быть сравнима с существующей сетью диспетчерского управления. При этом ЕЭС «Электра» построена с соблюдением международных стандартов взаимодействия открытых систем, и в этом ее принципиальное отличие от старых отраслевых сетей.

Сеть имеет международный статус. Она зарегистрирована как телекоммуникационная компьютерная сеть электроэнергетических компаний России в Международном координационном центре по сетям (RIPE Network Coordination Centre, Амстердам) мировой телекоммуникационной сети Internet. Ей присвоен регистрационный номер AS 3312. Тем самым ЕЭС «Электра» признана в качестве равноправного партнера мирового пространства телекоммуникационных сетей.

Сеть «Электра» имеет шлюзы с отечественными и зарубежными сетями, что позволяет обмениваться информацией со всем миром. Она является корпоративной телекоммуникационной сетью (сеть Internet) и создает единое информационное пространство отрасли, постепенно становясь важным инструментом управления.

Созданный на базе современной технологии передачи данных фрагмент компьютерной сети послужил образцом и толчком

для развития сети в целом. За 1994 г. дополнительно было развернуто 45 новых центров коммутации. В последующие годы число узлов сети стремительно увеличивалось и на 1 января 2000 г. составило 216. Центры коммутации были установлены в 97 организациях, в том числе в ГВЦ, ЦДУ, во всех ОДУ, в 67 АО-энерго, а также в ряде других организаций. На 1 июня 1999 г. в сети работало свыше 20 тыс. абонентов, которым оказывались услуги, как в режиме «до востребования», так и в реальном масштабе времени: электронная почта; телеконференции; электронный обмен данными и файлами; доступ к удаленным базам данных; Web-серверы; сетевая справочная адресная служба.

На базе сети «Электра» решаются более 30 задач, в том числе:

- финансовые расчеты между субъектами оптового рынка электроэнергии (платежи, взаимозачеты, платежные документы);
- электронная почта и телеконференции, позволяющие оперативно обмениваться документами и данными и др.

В 1995–1999 гг. круг задач, использующих ЕЭС «Электра» и информационные сетевые технологии Internet, непрерывно расширяется. Создаются FTP-серверы, содержащие самое разнообразное программное обеспечение и позволяющие программистам отрасли быстро использовать его в разработке новых задач управления на базе информационных технологий. Благодаря современной технологии сети «Электра» стало возможным создание распределенных отраслевых баз данных под управлением таких СУБД, как ORACLE, начинается их разработка. Идет постепенный переход на протокол IP (Internet Proto-

col) обмена информацией в режиме реального времени. На его основе делаются новые разработки или производится модернизация традиционно существующих задач, включая задачи технологического управления. Примерами таких задач являются:

- «удаленный ОИК», когда ОДУ территориально удалено от ОЭС на сотни километров, но тем не менее информация ОИК отображается в темпе его работы на удаленных терминалах аппарата управления ОЭС;
- передача информации цифровых осциллографов о переходных процессах на подстанциях;
- исследования по применению IP-протокола для передачи телемеханики;
- проработка вопросов передачи показаний счетчиков в системе управления энергопотреблением и др.

Для повышения информационной открытости, создания соответствующего положительного имиджа и большей привлекательности для инвесторов деятельность РАО «ЕЭС России» и акционерных обществ электроэнергетики должна сопровождаться информированием отечественных и зарубежных компаний и средств массовой информации о производственно-экономическом состоянии отрасли и практических шагах, предпринимаемых РАО «ЕЭС России», АО-энерго и АО-электростанций. В этих целях, учитывая возможности всемирной сети Internet, и в том числе отраслевой телекоммуникационной сети ЕЭС «Электра», Правлением ОАО РАО «ЕЭС России» в октябре 1998 г. было принято решение о создании внешнего Web-сайта в системе Internet с открытой информацией, дающей представление о



Международная выставка «Инфокоммуникации – 99»
(В.Х. Ишкин, Я.А. Уринсон, В.И. Баланчевадзе, В.П. Плотников и др.)

деятельности организации. Этим же решением Правление ОАО РАО «ЕЭС России» рекомендовало акционерным обществам электроэнергетики создать собственные внешние Web-сайты. Совокупность этих Web-сайтов получила название Web-пространства как особого подмножества общего информационного пространства энергетики.

Автоматизированная система диспетчерского управления (АСДУ) ЕЭС России – это комплекс технических средств, программного и информационного обеспечения, предназначенный для повышения надежности и экономичности энергоснабжения потребителей при соблюдении требований качества электроэнергии.

Комплексы технических средств установлены в управляющих вычислительных центрах (УВЦ) ЦДУ ЕЭС России, всех ОДУ и большинства энергосистем. АСДУ ЕЭС России охватывает уровни управления от ЦДУ ЕЭС России до пунктов управления электростанциями, подстанциями, электросетями и характеризуется:

- функциональным единством в решении задач на всех уровнях управления с помощью комплекса взаимосвязанных алгоритмов;
- информационным единством;
- иерархической системой информационных массивов с обменом информацией между ступенями иерархии;
- единством технических средств информационно-вычислительной сети;
- единством программного обеспечения, основанном на использовании единых операционных и диалоговых систем, банков данных, алгоритмических языков.

Управляющие вычислительные центры оснащены ЭВМ, средствами приема и отображения информации. АСДУ ЕЭС России функционирует на базе отраслевой сети передачи информации «Электра». Система сбора и передачи телеинформации (ССПИ) в АСДУ ЕЭС России представляет собой сложную сеть с многоуровневой структурой построения, охватывающую 72 ЭЭС, 7 ОЭС и ЦДУ ЕЭС России. Передача телеинформации с объектов системного и межсистемного значения осуществляется по следующим схемам: энергообъект – ДП ЭЭС;

энергообъект – ДП ЭЭС и ДП ОДУ; энергообъект – ДП ЭЭС – ДП ОДУ. Телеинформация с энергообъектов на ДП ЦДУ ЭЭС России передается путем ретрансляции с ДП ОДУ. Передача телеинформации осуществляется в основном в верхней части спектра телеинформационного канала. Скорость передачи – 50–200 бит/с, в отдельных случаях – 300–600 бит/с.

Помимо системы сбора и передачи информации (ССПИ) АСДУ в 80-е годы получила распространение обособленная ССПИ автоматической системы регулирования частоты и мощности. Система АРЧМ функционирует в соответствии с иерархической структурой диспетчерского управления ЭЭС России и обеспечивает поддержание частоты на заданном уровне и ограничение перетоков мощности по слабым внутренним и внешним связям.

Система сбора и передачи информации АРЧМ отличается повышенным требованием ко времени передачи телеинформации. Так, если в ССПИ АСДУ допустимо время передачи телеинформации от нескольких секунд до нескольких десятков секунд, то время передачи как информационных, так и управляющих сообщений в ССПИ АРЧМ не должно превышать 1 с. Для передачи телеинформации системы АРЧМ могут использоваться каналы связи всех видов первичной сети отрасли.

Кроме этих каналов, в 1996–1997 гг. была освоена система циркулярной передачи текстовой информации «TV-Информ». Из ПЭВМ, установленной в ЦДУ ЭЭС

России, предусматривается передача текстового сообщения в телецентр Останкино, откуда в заранее установленное время (в соответствии с договором об аренде) это сообщение передается в эфир. Прием и ретрансляция сообщений осуществляется практически во всех областных телецентрах России. Абоненты АО-энерго, энергообъектов РАО «ЕЭС России» (на 1 октября 1997 г. около 110) получают сообщения на свои ПЭВМ, к которым через адаптеры подключены телевизионные антенны.

Сеть автоматического противоаварийного управления обеспечивает функционирование системы РЗ и линейной автоматики (ПА). Сигналы РЗ и пусковых устройств ПА, фиксирующих аварийные возмущения в ЭЭС, и сигналы управляющих воздействий должны передаваться за время от 0,005 до 0,05 с. Сигналы РЗ и ПА передаются с помощью специализированной аппаратуры, как правило, по отдельным каналам, однако в некоторых случаях для передачи сигналов одинакового функционального назначения может быть использована общая передача этих сигналов. Наиболее широко для передачи аварийной информации используются ВЧ-каналы по ЛЭП, радиорелейные каналы, а также кабельные линии связи.

Для нормального функционирования устройств ПА необходимо в доаварийном режиме циклически или спорадически вводить в них информацию о схеме и режиме сети, а так же информацию для их настройки и координации действий (до-



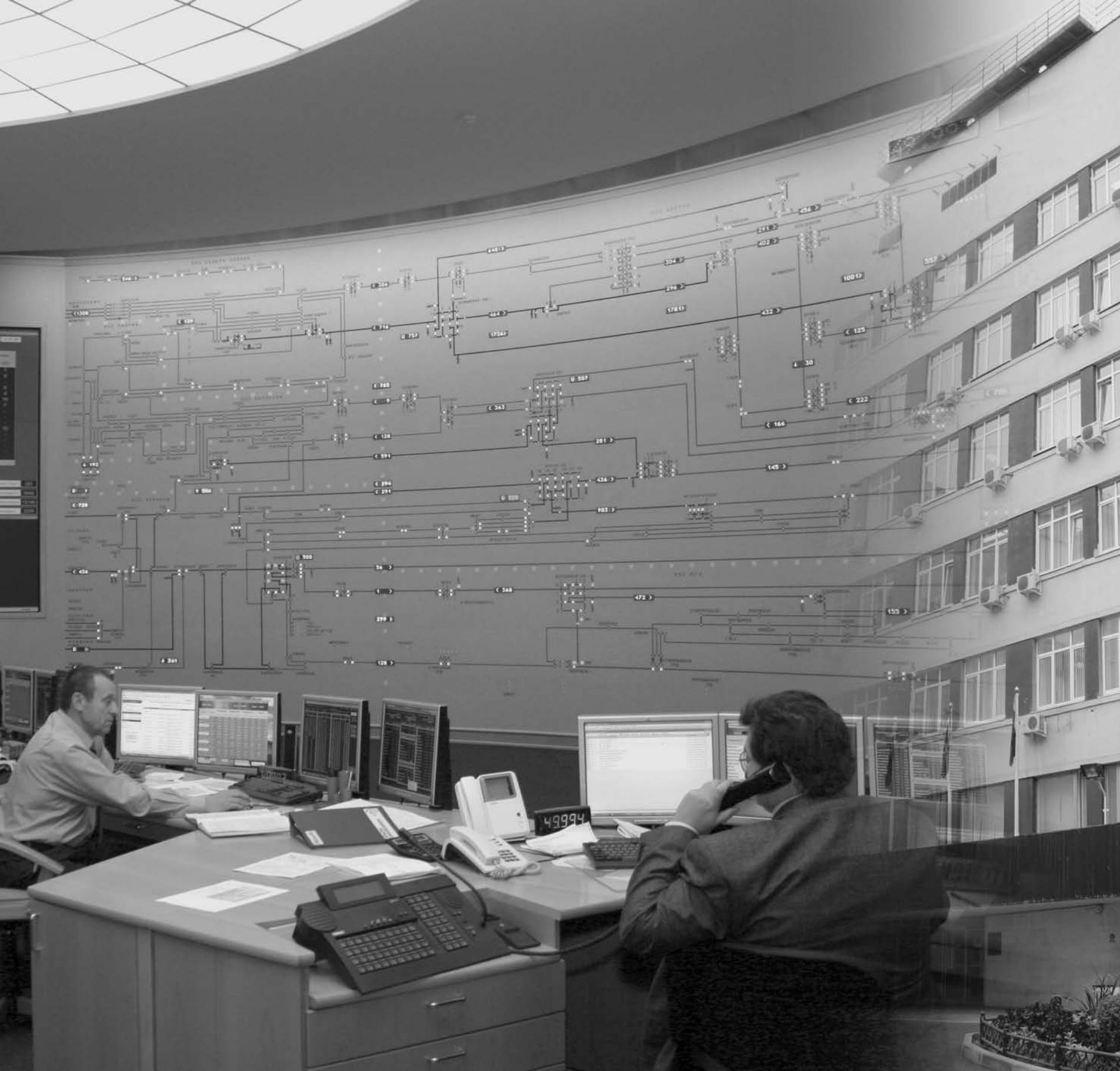
Диспетчерский пункт ЦДУ ЕЭС:
В.Л. Лянзберг А. Н. Андрианов, В.И. Шушпанов, 1992 г.

аварийная информация). Эта информация передается с помощью устройств телемеханики за время, не превышающее 5 с, по каналам, организуемым путем вторичного уплотнения стандартных каналов первичной сети отрасли.

Связь селекторных совещаний предназначена для одновременного проведения заранее запланированных переговоров между руководящим персоналом различных уровней и охватывает системы диспетчерского управления; производственно-хозяйственного управления; управления энергетическим строительством; ремонтно-эксплуатационного обслуживания межсистемных электрических сетей.

Структурная схема организации связи совещаний разных уровней управления построена в соответствии с иерархией управления РАО «ЕЭС России». Связь совещаний, относящихся к разным системам управления, выполнена отдельной на верхних уровнях и допускает независимую работу в одно и то же время. От уровня АО-энерго и ниже связь совещаний для систем диспетчерского и производственно-хозяйственного управления выполнена общей.

Система связи совещаний обеспечивает во всех пунктах сети громкоговорящий прием выступлений участников совещаний и передачу выступлений как из студий, так и непосредственно с рабочих мест участников. Симплексный режим, используемый в работе системы селекторных совещаний, позволяет озвучивать большие по площади и объему помещения. Для селекторных совещаний используются некоммутируемые телефонные каналы отрасли и сети общего пользования, предоставляемые на время проведения совещаний.





Биографии авторов

БОНДАРЕНКО АЛЕКСАНДР ФЕДОРОВИЧ



Родился в 1945 г.

В 1968 г. окончил Львовский политехнический институт.

С 1968 г. работал мастером на строительстве высоковольтных линий электропередачи.

С 1973 г. Старший инженер в службе релейной защиты и автоматики ЦДУ ЕЭС, где занимался вопросами эксплуатации, внедрения и совершенствования устройств РЗА Северо-Западного региона ЕЭС.

С 1985 г. – заместитель главного диспетчера.

С 1987 г. – главный диспетчер ЦДУ ЕЭС СССР.

С 1993 г. – первый заместитель Генерального директора ОАО «ЦДУ ЕЭС».

С июня 2002 г. Директор по управлению режимами ЕЭС – главный диспетчер ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС».

Награжден орденом Дружбы народов, Почетной грамотой РАО «ЕЭС России». Почетный энергетик, Заслуженный работник Минтопэнерго, Заслуженный энергетик СНГ.

ВЛАДИМИРОВ АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ

Родился в 1952г.

В 1976 году окончил электро-энергетический факультет Московского энергетического института по специальности «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

Работал в службе релейной защиты и автоматики ЦДУ ЕЭС СССР. Прошел путь от техника сектора расчетов до начальника службы РЗА ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС».

Принимал активное участие в создании системы противоаварийного управления электропередач 500 кВ на связях ОЭС Центра с ОЭС Средней Волги и Урала, включении блока 1200 МВт Костромской ГРЭС, создании комплекса программ «Анализ функционирования устройств РЗА и ПА» и программного комплекса «Заявка».

Награжден медалью «В память 850-летия Москвы», Почетными грамотами Минтопэнерго РФ и РАО «ЕЭС России».



ИГЛИЦКИЙ ЕВГЕНИЙ СЕМЕНОВИЧ



Родился в 1930г.

В 1954г. окончил электроэнергетический факультет Московского энергетического института.

С 1954г. инженер сетевого района, старший инженер эксплуатационного отдела Уруссинской энергосистемы.

В 1955г. старший инженер, заместитель начальника, начальник службы релейной защиты и автоматики Уруссэнерго.

С 1966 по 1971г. – старший инженер, начальник сектора службы релейной защиты и автоматики Татэнерго (Казань).

С 1971 по 1990г. работал в ЦДУ ЭЭС СССР; курировал Объединен-

ные энергосистемы Средней Волги, Урала, Казахстана и др.

Автор ряда статей в журнале «Электрические станции» и в соавторстве с Я.Е. Гоником книги «Автоматика ликвидации асинхронного режима». Имеет ряд публикаций в периодических изданиях, в том числе зарубежных.

Дважды награжден знаком «Отличник энергетики и электрификации СССР», двумя серебряными и бронзовой медалями ВДНХ СССР.

ИШКИН ВЯЧЕСЛАВ ХУСАИНОВИЧ

Родился в 1934г.

В 1955г. окончил Московский железнодорожный техникум.

С 1955 по 1959г. – служба на Тихоокеанском флоте.

С 1959 по 1962 г. – техник в Теплоэлектропроекте, затем в «Энергосетьпроекте».

После окончания в 1966г. Московского электротехнического института связи – главный инженер проекта, заместитель главного инженера, заместитель директора по научной работе и проблемам АСУ.

С 1981г. кандидат технических наук.

С 1982 по 2002 г. – начальник Службы телемеханики и связи ЦДУ ЕЭС.

С 2002 по 2004г. – ведущий эксперт ОАО «СО – ЦДУ ЕЭС».

С 2004 по настоящее время консультант ФСК ЕС.

Член Международной академии связи, (МАС) и информации (МАИ); Председатель подсекции «Связь и телемеханика» НТС ОАО РАО «ЕЭС России», заместитель Председателя Российского Национального Комитета СИГРЭ. С 1995г. – член Административного Совета СИГРЭ.

Автор около 200 печатных работ, в том числе 12 книг, 38 авторских свидетельств на изобретения; патентов ведущих стран мира: США, Канады, Японии, Германии, Швеции, Австралии и др.

Заслуженный работник связи РФ.



КУРБАНГАЛИЕВ УСМАН КИАМОВИЧ



Родился в 1925 г.

В январе 1943 г. призван в ряды Красной армии.

В 1956 г. окончил МЭИ по специальности «Релейная защита и автоматика».

С 1956 г. — инженер на Приднепровской ГРЭС Днепроэнерго.

Участвовал во вводе в эксплуатацию восьми энергоблоков мощностью 100/150/300 МВт.

С 1963 г. — заместитель начальника электроцеха по релейной защите и автоматике на сооружаемой Конаковской ГРЭС.

Участвовал во вводе в эксплуатацию и эксплуатации восьми энергоблоков по 300 МВт.

С 1973 по 2003г. в Центральном диспетчерском управлении Единой энергосистемы СССР (России) в должностях начальника службы, а после выхода на пенсию — инженера. При его непосредственном участии и руководстве был разработан ряд современных средств оперативно-диспетчерского управления, внедрены системы противоаварийной автоматики на базе вычислительной техники.

Награжден орденами Отечественной войны II степени, «Знак Почета», медалями «За боевые заслуги», «За взятие Будапешта», «За победу в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.», «За трудовое отличие» и др.; знаком «Заслуженный работник ЕЭС России», знаками 50, 60, 70 и 80 лет плана ГОЭЛРО, медалями ВДНХ СССР.

ЛАБОК ОРЛЕН ПЕТРОВИЧ

Родился в 1929 г.

С 1942 г. – механик по ремонту счетных машин.

В 1954 г. окончил электроэнергетический факультет Московского энергетического института.

С 1959 г. – руководитель группы Чагинской ПС 400 кВ.

С 1962 г. старший инженер в службе защиты Управления эксплуатации электросетей напряжением 400 кВ, куратор Волгоградской электропередачи.

С 1977 по 1979 г. – начальник лаборатории службы постоянного тока.

С 1979 по 1983г. старший инженер по сложным релейным защитам электросетевого Управления Центральной энергосистемы Монгольской Народной Республики.

С 1983г. – инженер-конструктор Центрального проектно-конструкторского бюро ПО «Союзэнергоавтоматика», заведующий сектором, начальник конструкторского бюро, начальник отдела технических средств управления.

С 1993г. продолжил эксплуатационную работу в МСРЗАИТ Южных электросетей Мосэнерго. Стаж работы в энергетике – 50 лет

Имеет авторское свидетельство на изобретение, ряд публикаций в журналах «Электрические станции» и «Энергетик».

Награжден медалью «За доблестный труд в ВОВ 1941-1945г», знаком «Отличник энергетики и электрификации СССР».



ОВЧИННИКОВ ВЛАДИМИР ВАСИЛЬЕВИЧ



Родился в 1929 г.

В 1954 году окончил Московский энергетический институт по специальности «Электрические станции, электрические сети и системы».

С 1954 г. – инженер службы РЗАИ 4-ого район высоковольтных электросетей Мосэнерго.

С 1959 г. – старший инженер, а с 1961 года – руководитель Центральной Службы релейной защиты автоматики и измерений Мосэнерго

В 1966 г. переведен в Службу релейной защиты и автоматики ОДУ ЕЭС Европейской части СССР.

С 1972 г. – заместитель начальника, а с 1973г. – начальник Службы информационного обеспечения АСУ «ЦДУ ЕЭС».

В 1973 г. окончил Всесоюзный институт стандартизации и метрологии (ВИСМ).

Высококвалифицированный специалист в области релейной защиты и автоматизированных систем диспетчерского управление (АСДУ) на объектах Единой энергосистемы России.

Автор и соавтор ряда публикаций по релейной защите, противоаварийной автоматике и АСДУ.

Награжден серебряной и бронзовой медалями ВДНХ СССР, медалями «Лауреат ВВЦ», «Ветеран труда», «60 лет Победы в Великой Отечественной войне 1941-1945 гг.» и др.; двумя знаками «Отличник энергетики и электрификации СССР».

ПОРТНОЙ МАРЛЕН ГДАЛИЕВИЧ

Родился в 1922 г.

С 1942 г. работал электромонтером на Саратовской картографической фабрике.

С 1943 по 1945 г. – электромонтер завода «Каучук» (Москва).

С 1945 по 1952 г. – техник, а затем старший инженер ЦНИЭЛ МЭС.

В 1946 г. закончил с отличием Московский энергетический техникум.

В 1952 г. закончил Московский энергетический институт по специальности «Электрические станции, электрические сети и системы».

С 1952 по 1957 гг. – руководитель группы «Пермьэнерго».

С 1957 г. – работал во ВНИИЭ (Москва) в качестве младшего научного сотрудника, заместителя заведующего лабораторией, старшего научного сотрудника, начальника сектора.

В 1960 г. защитил кандидатскую диссертацию.

С 1974 по 1998 гг. – начальник Службы оптимизации электрических режимов ЦДУ ЕЭС.

С 1996 г. – Главный специалист по электрическим режимам.

Провел большую работу по созданию ЕЭС в части организации параллельной работы энергосистем и противоаварийной автоматики.

Вел большую преподавательскую работу, имеет свыше 50 публикаций по устойчивости, надежности ЕЭС и противоаварийной автоматике. Отличник энергетики и электрификации.



РОГУЛИН АЛЕКСАНДР ВЛАДИМИРОВИЧ



Родился в 1952 г.

В 1975 г. закончил Московский энергетический институт

С 1975 по 1987 г. работал в Службе вычислительной техники планирования режимов – занимался эксплуатацией программно-аппаратного комплекса долгосрочного планирования режима ЕЭС.

С 1987 по 2001 г. – помощник начальника ЦДУ ЕЭС России по кадрам.

Руководил рабочей группой по учреждению ОАО «ЦДУ ЕЭС России» как акционерного общества.

В 2001–2002 г. – заместитель генерального директора по работе с филиалами ОДУ ОАО «ЦДУ «ЕЭС России».

Работал в проектной группе РАО «ЕЭС России» по созданию ОАО «СО-ЦДУ ЕЭС», и регистрации филиалов ОДУ и РДУ.

В 2002–2004 г.г. – Директор по инженерному и административному обеспечению ОАО «СО – ЦДУ ЕЭС России».

Занимался вопросами эксплуатации инженерно-технологического комплекса исполнительного аппарата и филиалов ОАО «СО – ЦДУ ЕЭС».

Награжден медалью Почетный энергетик, Ветеран энергетики, Заслуженный энергетик СНГ.

СВЕРЧКОВ МАКАР ВИТАЛЬЕВИЧ

Родился в 1933 г.

С 1947 по 1951г. – служба в армии.

С 1954 по 1958г. – машинист котлов ГЭС-1 Мосэнерго.

В 1958г. окончил Московский институт инженеров железнодорожного транспорта по промышленному и гражданскому строительству.

С 1958 по 1960г. – старший инженер по технадзору за строительством ТЭЦ-12 Мосэнерго.

С 1960 по 1966г. – заместитель начальника отдела капитального строительства ТЭЦ-12.

С 1966 по 1967г. – заместитель начальника производственно-распорядительного отдела Главвостокэнергостроя Минэнерго СССР.

С 1967 по 1971 г. – начальник отдела капитального строительства Главвостокэнерго.

С 1971 по 2000 г. – начальник отдела капитального строительства, заместитель начальника, а затем заместитель генерального директора по общим вопросам и капитальному строительству в ЦДУ ЕЭС.

С 2000 по 2005г. – заместитель генерального директора, И.о. генерального директора ЦДУ ЕЭС России РАО «ЕЭС России».

Награжден орденом «Знак Почета», медалью «В память 850-летия Москвы» и др., почетными знаками и грамотами. «Почетный энергетик», «Заслуженный энергетик РСФСР», «Заслуженный работник ЕЭС России», «Заслуженный работник Минтопэнерго РФ», «Ветеран энергетики».



СЕМЕНОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ



Родился в 1927 г.

В 1950 году окончил Московский энергетический институт.

С 1950 по 1961г. – инженер, а затем старший инженер Центральной службы защиты РЭУ Мосэнерго Минэнерго СССР.

С 1961 по 1969 г. – старший инженер, заместитель начальника службы Объединенного диспетчерского управления Единой энергосистемы Европейской части СССР.

С 1969 по 1972г. – заместитель начальника службы, далее – начальник службы Центрального диспетчерского управления Единой энергетической системы СССР Минэнерго СССР.

С 1972 по настоящее время – заместитель главного инженера, советник генерального директора Центрального диспетчерского управления Единой энергетической системы Российской Федерации (ЦДУ ЕЭС России) / РАО «ЕЭС России».

Профессор, доктор технических наук. Автор более 200 печатных работ.

Лауреат Государственной премии СССР, Государственной премии России. Награжден орденом «Знак почета».

СОВАЛОВ СОЛОМОН АБРАМОВИЧ

Родился в 1907 г.

В 1929 году окончил электромонтажный факультет Государственного электромашиностроительного института (1929).

Работал в Московской энергосистеме в отделе постройки линий, затем в проектно-конструкторском бюро, затем руководитель отдела перспективного развития управления Мосэнерго.

С 1934 г. – руководитель группы электрических расчетов Проектно-конструкторского бюро, затем руководитель отдела перспективного развития управления Мосэнерго.

С 1942 г. – руководитель группы электрических режимов диспетчерской службы Мосэнерго.

С 1953 г. заместитель главного диспетчера – начальника Службы режимов в ОДУ Центра. Одновременно (до 1962 г.) вел научную работу в ЭНИНе им. Г.М. Кржижановского по проблемам управления электрообъединениями и режимами дальних электропередач.

В 1971 г. назначен заместителем Главного инженера ЦДУ ЕЭС СССР по системам управления.

Доктор технических наук, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, лауреат Государственной премии СССР, Почетный энергетик СССР. Автор, соавтор, титульный редактор книг по режимам дальних линий электропередачи и проблемам автоматизации управления ОЭС и ЕЭС. Награжден орденами Трудового Красного Знамени, «Знак Почета» и медалями СССР, двумя золотыми и тремя серебряными медалями ВДНХ.



СТЕПАНОВ ВЛАДИСЛАВ АЛЕКСАНДРОВИЧ



Родился в 1927 г.

В 1946 г. окончил электротехническое отделение Костромского индустриального техникума.

В 1952 г. окончил гидроэнергетический факультет Московского энергетического института.

В 1955–1957 гг. – старший инженер ОДУ Центра.

В 1956 г. защитил кандидатскую диссертацию на тему: «Оптимизация работы ГЭС совместно с ТЭС в сложной энергетической системе».

С 1957 по 1970 – старший гидроэнергетик, заместитель начальника службы гидроэнергетических режимов ОДУ ЕЭС.

В 1970 г. назначен заместителем начальника службы гидроэнергетических режимов Центрального диспетчерского управления ЕЭС СССР.

С 1970 по 1980 гг. – начальник Службы оптимизации гидроэнергетических режимов ЦДУ ЕЭС СССР.

С 1980 по 1988 – главный гидроэнергетик ЦДУ ЕЭС СССР.

Награжден медалью Верховного Совета СССР «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941 – 1945 гг.», юбилейной медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина», двумя значками «Отличник энергетики и электрификации СССР», медалями ВДНХ, отмечен благодарностями министра энергетики и электрификации СССР.

ТУРСКИЙ ЭДУАРД ВЛАДИСЛАВОВИЧ

Родился в 1923 г.

В 1942 г окончил с отличием электротехнический факультет Сухумского индустриального техникума.

С 1943 г. по 1946 г. работал на ЗАГЭС (Тбилиси) дежурным на главном щите управления далее – дежурным инженером энергопоезда № 48GE (Сухуми).

В 1954 г. окончил Московский энергетический институт по специальности «Энергетические станции сети и системы». С 1954 г. – старший инженер, руководитель группы ОДУ Центра (Москва).

С 1968 г. – начальник Службы вычислительной техники ОДУ ЕЭС Европейской части СССР.

С 1 февраля 1971 г. – заместитель начальника, начальник Службы вычислительной техники планирования режимов (СВТПР) ЦДУ ЕЭС.

Внес большой вклад во внедрение и развитие вычислительной техники в энергетике. Автор публикаций в энергетических журналах.

Награжден медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.», медалью «За трудовое отличие» (Египет), медалями ВДНХ, двумя знаками «Отличник энергетики и электрификации СССР», медалью «Ветеран энергетики».



СОДЕРЖАНИЕ

От авторов.....	5
С.А. Совалов. История создания и развития Единой энергетической системы.	11
А.Ф. Бондаренко, В.А. Семенов. Развитие системы диспетчерского управления в России.	33
В.А. Семенов, А.Н. Владимиров. Как создавалось ЦДУ ЕЭС России.	39
Э.В. Турский, А.В. Рогулин. Внедрение вычислительной техники в ОДУ и ЦДУ ЕЭС.	53
В.А. Степанов. Оптимизация режимов ГЭС и ТЭС в диспетчерском управлении Единой энергосистемы страны ...	61
М.В. Сверчков. Из истории создания региональных объединенных диспетчерских управлений ЕЭС.....	81
М.Г. Портной, В.А. Семенов. Комплексные испытания полуволновой электропередачи.	87
У.К. Курбангалиев. Годы в энергетике.	93
В.А. Семенов. Релейная часть жизни. Раушская набережная.	109
В.В. Овчинников. Самое светлое время жизни.	115
Е.С. Иглицкий. Как это было.	123
О.П. Лабок. Мой путь.	133
В.В. Овчинников. ПОТОК Э-48 и ДРУГИЕ. Пять с половиной лет в стенах МЭИ (1948–1954).	145
В.Х. Ишкин. Средства связи в электроэнергетике.	151
Биографии авторов.....	177