



# Специальный проект «Есть такая профессия»

## СПЕЦИАЛИСТ СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

### СФЕРА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

#### Специальность «особого режима»

Единая энергетическая система России – это самый сложный технический комплекс, включающий тысячи работающих в едином режиме элементов. Способность энергосистемы после различного рода возмущений сохранять совместную работу электрических станций, сетей и потребительских энергопринимающих устройств называется устойчивостью. Для обеспечения устойчивости необходимо поддержание параметров электрического режима энергосистемы, включающих перетоки активной мощности в контролируемых сечениях, уровни напряжения в контрольных пунктах, токовую нагрузку линий электропередачи и электросетевого оборудования и нагрузку электростанций, в допустимой области. Именно определение этой допустимой области входит в компетенцию служб электрических режимов (СЭР).

Данные службы сформированы в каждом диспетчерском центре Системного оператора. Специалисты

служб электрических режимов – или, как их называют, «режимщики» – в отличие от многих других энергетических специальностей существуют только в Системном операторе, так как планирование и расчет электроэнергетических режимов энергосистемы являются исключительной компетенцией компании. Служба электрических режимов – одно из ключевых и старейших подразделений. Группы режимов, занимавшиеся разработкой и исследованием нормальных и ремонтных схем энергообъединений, анализом устойчивости и расчетом области допустимых режимов были сформированы уже при создании первых диспетчерских служб в СССР во второй половине 20-х годов прошлого века. Однако за почти 100 лет, по мере развития энергосистем, задачи режимщиков существенно расширились.

### ФУНКЦИОНАЛ

#### Мозг энергосистемы

Специалисты служб электрических режимов Системного оператора для обеспечения надежного функцио-

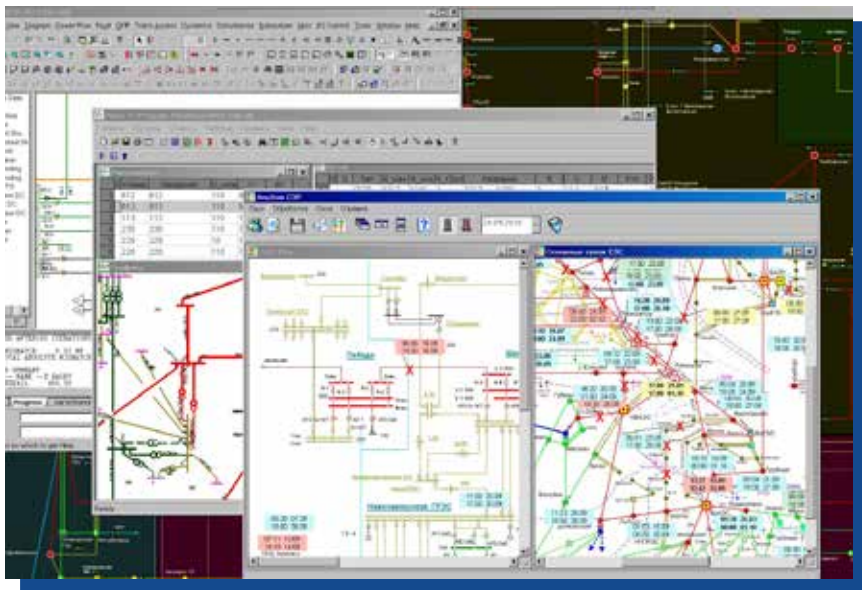
нирования ЕЭС России актуализируют в ежедневном режиме расчетную математическую модель, описывающую состояние энергосистемы, выполняют расчеты установившихся режимов и статической устойчивости, переходных процессов и динамической устойчивости. На основании этих расчетов СЭР определяет максимально и аварийно допустимые перетоки активной мощности в контролируемых сечениях, формирует инструктивные материалы и диспетчерскую документацию, определяет принципы, алгоритмы работы и настройку устройств и комплексов противоаварийной и режимной автоматики, планирует сроки ремонтов сетевого и генерирующего оборудования, согласовывает режимные условия присоединения объектов энергетики к ЕЭС России.

**Владимир Дьячков,  
заместитель главного  
диспетчера по режимам  
АО «СО ЕЭС»:**

*«Примерно 80 % времени персонала служб электрических режимов уходит на решение главной задачи – определение области допустимых режимов. Это глобальная задача, включающая в себя множество процессов.*

*Другая важная задача – формирование сводных годовых и месячных графиков ремонтов. Мы получаем заявки субъектов электроэнергетики, составляем сводный график и организуем его согласование.*

*Третьей задачей является определение параметров настройки устройств и комплексов противоаварийной автоматики, которые наши специалисты осуществляют совместно с определением области допустимых режимов энергосистем. Кроме того, работа служб электрических режимов непосредственно связана с задачами оптового рынка электроэнергии и мощности, а так-*



Программа для расчета режимов, 2012 год

Продолжение на стр. 2



# Специальный проект «Есть такая профессия»

## СПЕЦИАЛИСТ СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Начало на стр. 1

*же – задачами перспективного развития, в основном касающимися присоединения к ЕЭС России новых потребителей, электросетевого и генерирующего оборудования».*

Наиболее тесно в своей работе режимщики взаимодействуют с оперативно-диспетчерской службой, для которой готовят «Положение по управлению режимами». Это гигантский документ, объем только одного приложения к этому документу «Максимально допустимые, аварийно допустимые перетоки в контролируемых сечениях» составляет 500 листов. Всего же документ содержит более 30 приложений. Но самое главное – это живой и рабочий документ. Отдельные приложения к нему постоянно корректируются в связи с изменениями схемы основной сети, параметров работы определенного оборудования, вводом новых объектов электроэнергетики. Отдельные части положения корректируются по несколько раз в месяц.

Положение по управлению режимами включает систематизированные результаты расчетов различных режимов, допустимые значения перетоков в контролируемых сечениях, нагрузок генерирующего оборудования, напря-

жения в контрольных пунктах и иные сведения, необходимые диспетчеру для управления режимом.

## ИСТОРИЯ ПРОФЕССИИ

### От аналога к цифре

В 1920-е годы в СССР шла реализация плана ГОЭЛРО: быстрыми темпами возводились крупные на тот момент тепловые и гидроэлектростанции, строились линии электропередачи. С появлением первых энергообъединений, в которых параллельно работали сразу несколько электростанций, возникла задача по определению допустимых параметров работы энергетического оборудования и поддержанию устойчивости этих объединений. В этот период в советской энергетике не существовало четкого разделения на специализации, и задачи по определению области допустимых режимов решались специалистами, занимавшимися технологическим управлением энергообъединением.

В 1926 году были образованы первые диспетчерские службы – Центральный диспетчерский пункт управления Московского объединения государ-

ственных электростанций и Центральная диспетчерская служба Ленэнерго. При этих службах формируются группы режимов, в обязанности которых входит разработка и исследование нормальных и ремонтных схем энергообъединений, расчет параметров работы энергетического оборудования для поддержания заданных уровней напряжения и обеспечения устойчивости энергетической системы.

Аварии с разделением энергосистем на изолированную работу в этот период были достаточно частым явлением. Большая их часть была вызвана нарушением динамической устойчивости – то есть способности энергосистемы возвращаться к установившемуся режиму после нарушений без перехода в асинхронный режим. Применявшиеся тогда устройства релейной защиты не обладали необходимым быстродействием для сохранения динамической устойчивости системы.

Одной из задач первых режимщиков стал анализ причин аварий, сопровождавшихся нарушением параллельной работы электростанций, и выработка предложений по их предотвращению. Одновременно этими подразделениями велась работа по совершенствованию установленных защит и внедрению новых устройств противоаварийной автоматики.

В 30-е годы по плану ГОЭЛРО были введены новые мощные источники генерации, сети 110 кВ охватили центральную часть России, началось освоение напряжения 220 кВ. Усложнение энергосистем потребовало от инженеров-режимщиков новых подходов к определению области допустимых режимов. С этого времени основным методом расчета режимов становится физическое (аналоговое) моделирование, то есть создание масштабированных физических моделей энергосистем, в достаточной мере отвечающих свойствам реальной системы.



Прекрасная половина коллективов ЦДС и СЭР Ленэнерго, 1950 год

Продолжение на стр. 3



# Специальный проект «Есть такая профессия»

## СПЕЦИАЛИСТ СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Начало на стр. 2

Одним из первых средств моделирования энергосистемы были так называемые расчетные столы переменного тока, на которых проводились испытания различных режимов ее работы, оценивалась статическая и динамическая устойчивость.

В 1964 году на основе обобщения исследований в области устойчивости и накопленного опыта по планированию электроэнергетических режимов были подготовлены «Основные положения и временные руководящие указания по определению устойчивости энергетических систем». Документ заложил общую методическую основу работы служб электрических режимов.

С развитием техники совершенствовались средства расчета и планирования режимов. В 1960-е годы началось активное внедрение электронных вычислительных машин, что позволило перейти от физического моделирования энергосистем к математическому, то есть описанию реальных физических процессов, происходящих в энергосистеме, математическим способом. Преимуществами этого метода моделирования являются возможность описать достаточно сложные энергосистемы,

относительная простота корректировки модели, большая скорость и точность расчетов.

**Александр Майоров,  
ведущий эксперт Службы  
электрических режимов  
АО «СО ЕЭС»:**

*«На начальном этапе функционирования ЦДУ ЕЭС СССР объем и сложность задач, решаемых службой электрических режимов, не соответствовали имеющимся средствам расчета и программному обеспечению. Программные средства имели ограничения на количество моделируемых элементов энергетических систем, не позволяли в полной мере учитывать характеристики оборудования и настройку противоаварийной автоматики, что требовало особого мастерства и применения различных способов по сокращению размерности модели ЕЭС. В тот же период появилась концепция разработки аналогово-цифровой модели, то есть стандартного стола переменного тока с подключением цифровой техники для получения измерений. Такая модель была создана и установлена в новом здании ЦДУ в 1975 году. Однако этот опыт не был удачным – воз-*



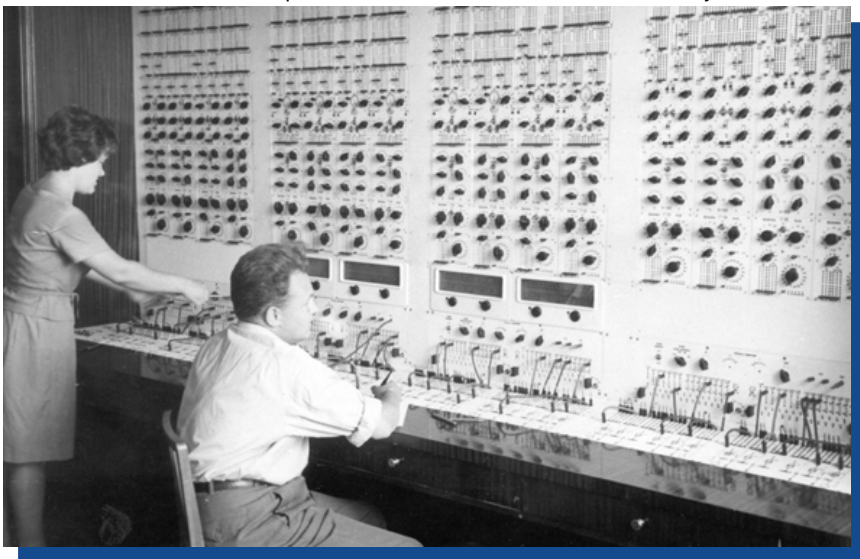
ЭВМ-220. ОДУ Урала, 1967 год

*можности модели не соответствовали решаемым задачам. Одновременно цифровая вычислительная техника нового поколения достаточно быстро шагнула вперед, появились необходимые нам программы, разработанные при участии специалистов службы».*

С началом реформы энергетики у режимщиков появились новые задачи, в первую очередь связанные с появлением оптового рынка электрической энергии и мощности.

Запуск рынка требовал фактически непрерывного расчета режимов. Старая технология, базировавшаяся на модели энергосистемы, включавшей агрегированные генераторные и нагрузочные группы, не была способна этого обеспечить. В Системном операторе решили разработать новую расчетную модель на основе электрической расчетной схемы сети. При подготовке новой единой расчетной модели ЕЭС были созданы фрагменты расчетных схем всех ОЭС, разработаны механизмы стыковки фрагментов единой расчетной модели и ее актуализации на каждый час планируемых суток.

Таким образом, была создана новая система планирования режимов, необходимая для работы в условиях рынка. Решение этой задачи дало мощный толчок развитию методов математического моделирования для планирования и управления режимами. В этой



Универсальная высокочастотная модель переменного тока для расчета электрических режимов энергосистемы. ОДУ Средней Волги, 1962 год

Продолжение на стр. 4



# Специальный проект «Есть такая профессия»

## СПЕЦИАЛИСТ СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Начало на стр. 3

сфере и сейчас АО «СО ЕЭС» является одним из сильнейших системных операторов мира.

### ЛИЧНЫЕ КАЧЕСТВА, ЗНАНИЯ И НАВЫКИ

#### Кураторы и расчетчики

Итак, большая часть работы режимщиков связана с проведением различных математических расчетов. Казалось бы, при нынешнем уровне развития вычислительных технологий полностью автоматизировать эту деятельность не составит труда. Однако на практике это не представляется возможным.

#### Владимир Дьячков:

«Работа режимщика заключается не в том, чтобы взять модель,



Специалисты СЭР участвуют во всех этапах процесса обеспечения ввода в работу новых и реконструкции существующих объектов электроэнергетики.

Первое включение под напряжение ВЛ-400 кВ электропередачи Куйбышев – Москва, 1956 год.

Крайний справа – первый начальник Службы электрических режимов ЦДУ ЕЭС СССР Соломон Абрамович Савалов

#### ФАКТ

В 2016 году в главный диспетчерский центр поступило более 34 тысяч телеизмерений, характеризующих параметры режима, и свыше 27 тысяч телесигналов с датчиков, управляющих механизмов и промышленных контроллеров, установленных на объектах диспетчерского управления.

*нажать кнопку в интерфейсе расчетной программы, получить результат и отдать диспетчеру. Для выполнения этой операции не нужно быть режимщиком. На практике же перед началом расчетов он должен проанализировать и убедиться, что используемая модель соответствует задачам расчета. После получения результатов расчетов специалисту по режимам необходимо оценить соответствие результата физике процесса. Когда получены результаты нескольких расчетов, важно выявить зависимости между ними и уже эту зависимость режимщик должен сформулировать и внести в какой-либо инструктивный материал. То есть основа работы режимщика – это аналитика, а значит, режимщик должен обладать развитыми аналитическими способностями»*

Впрочем, одних лишь аналитических способностей недостаточно. Не менее важными качествами для специалиста по режимам являются аккуратность, желание профессионального развития, организованность и понимание своей ответственности.

У режимщиков, работающих в Исполнительном аппарате Системного оператора, все еще сложнее, поскольку в Службе электрических режимов еще со времен ЦДУ традиционно сложилось неофициальное разделение специалистов на расчетчиков и кураторов. Кураторы – это опытные работники, отвечающие за весь комплекс расчетов режимов в определенных регионах, а расчетчики – это исполнители, занимающиеся отдельными расчетами.

Расчетчик – это человек, умеющий считать и анализировать полученные

результаты. Куратор – это больше, чем простой расчетчик. Он должен уметь грамотно ставить задачи, контролировать правильность их исполнения и, разумеется, также анализировать получаемые результаты, но уже на более высоком уровне во взаимосвязи с иными решаемыми Системным оператором задачами. Для этого куратор должен обладать более широкими знаниями и кругозором.

В целом, для того, чтобы стать режимщиком необходимо желание, упорство и ответственное отношение к делу. Службы электрических режимов являются одними из самых загруженных подразделений технологического блока Системного оператора, однако работа в этих службах – одна из самых интересных и интеллектуальных, поэтому людям, желающим посвятить себя этой профессии, всегда найдется место в компании.

### ЗНАНИЯ И ТРУДОУСТРОЙСТВО

#### Профессия – уникам

Уникальность профессии режимщика порождает проблему кадрового голода в этой специальности. Вместе с тем, те знания и навыки, которые приобретает специалист по электрическим режимам в Системном операторе, делают его востребованным на внешнем рынке труда. Режимщик с широким кругозором может успешно справиться с решением практически любых задач в электроэнергетике. Поэтому человек, научившийся анализировать

Продолжение на стр. 5



# Специальный проект «Есть такая профессия»

## СПЕЦИАЛИСТ СЛУЖБЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ

Начало на стр. 4

и принимать взвешенные решения по результатам этого анализа, – это всегда большая удача для специалиста по кадрам любой энергетической компании.

В Системном операторе, включая все его филиалы в регионах, работает более 530 режимщиков. Однако вузы не готовят целенаправленно специалистов по расчетам электроэнергетических режимов. Режимщиком может стать выпускник нескольких электроэнергетических специальностей, но большинство опрошенных нами специалистов сошлось на том, что лучше всего для этой работы подходят выпускники специальности «Электроэнергетические сети и системы». Однако знаний, полученных на университетской скамье, молодым специалистам, как правило, все же не хватает для реальной работы в Службе электрических режимов.

**Владимир Дьячков:**

*«Университет закладывает базовые знания в области электроэнергетики. Этой базы достаточно для начала работы в любом из подразделений технологического блока. Но нужно понимать, что выпускник не является квалифицированным работником. Для достижения минимального уровня профессионализма ему потребуется от двух до пяти лет. Базовые знания важны, но в Системном операторе накоплен огромный опыт, который не описан ни в каких учебниках. Молодой специалист должен сам и под руководством куратора проделать различные расчеты, научиться анализировать результаты, выявлять ошибки, оценивать соответствие результатов физике процесса, выявлять взаимосвязь результатов различных расчетов в различных схемах энергосистемы и правильно представлять результат в диспетчерской документации».*

Специалист, пришедший на работу в СЭР, должен быть нацелен на интенсивное обучение. Подготовка в институте дает основные знания в области электроэнергетики, однако после института требуется еще немало времени для обучения молодого специалиста. Это вызвано необходимостью изучения программных средств, методических и инструктивных материалов, формирования нового для большинства молодых людей подхода к работе, которая требует ответственности за результат. Поэтому практика подготовки специалиста, применяемая в Системном операторе и показавшая высокую эффективность, состоит из нескольких основных этапов. Сначала проводится подбор молодых специалистов из числа студентов пятого курса, после чего они проходят стажировку и преддипломную практику в ОДУ и РДУ, затем, после защиты диплома, написанного под руководством специалистов и руководителей Службы электрических режимов, выпускник принимается на работу. ■

### ГЛОССАРИЙ

- Переходный процесс – изменение параметров электроэнергетического режима, вызванное возникновением в энергосистеме какого-либо возмущения (изменение условий работы электроэнергетической системы, связанное с включениями, плановыми или аварийными отключениями, короткими замыканиями или отказами ее отдельных элементов – ЛЭП, трансформаторов, генераторов и т. п.) и обусловленное сложным взаимным сочетанием электромагнитных и электромеханических процессов. Переходный процесс заканчивается или стабилизацией параметров электроэнергетического режима, или неконтролируемым нарастанием изменений с последующим нарушением устойчивости.
- Устойчивость – свойство энергосистемы обеспечивать совместную работу электрических станций в ее составе. Расчет статической устойчивости выявляет способность энергосистемы сохранять совместную работу электростанций и обеспечивать возврат к установившемуся режиму после переходного процесса, вызванного малым возмущением (изменением нагрузки потребления или генерации). Расчет динамической устойчивости позволяет оценить способность сохранять совместную работу электростанций после значительных аварийных возмущений (отключения электросетевого или генерирующего оборудования с коротким замыканием).
- Расчетный стол – устройство, позволяющее решать системы алгебраических уравнений с действительными или комплексными коэффициентами. Громоздкие расчетные операции, связанные с расчетами режимов электрических систем, при помощи расчетных столов сведены к простым операциям, заключающимся в измерениях токов, напряжений и мощностей в собранной на расчетном столе комплексной схеме замещения системы.
- Активная мощность – энергия, которую потребляют электроприборы, преобразуя ее в другой вид энергии (тепловую, световую и т. п.).
- Реактивная мощность – величина, характеризующая нагрузки, создаваемые в электротехнических устройствах колебаниями (обменом) энергии между источником и приемником. Посредством регулирования реактивной мощности обеспечивается поддержание требуемых уровней напряжения в узлах электрической сети с целью обеспечения нормативных запасов устойчивости и повышения эффективности использования пропускной способности сетей.
- Переток активной мощности – движение электрической энергии между разными частями энергосистемы. Необходим для устранения дефицита или избытка мощности в отдельных точках энергосистемы.