

Конференция по ознакомлению субъектов электроэнергетики  
с технологической деятельностью АО «СО ЕЭС»  
29 июня 2018 года, г. Москва



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

# Создание, структура, основные функции и технологии Системного оператора Единой энергетической системы

---

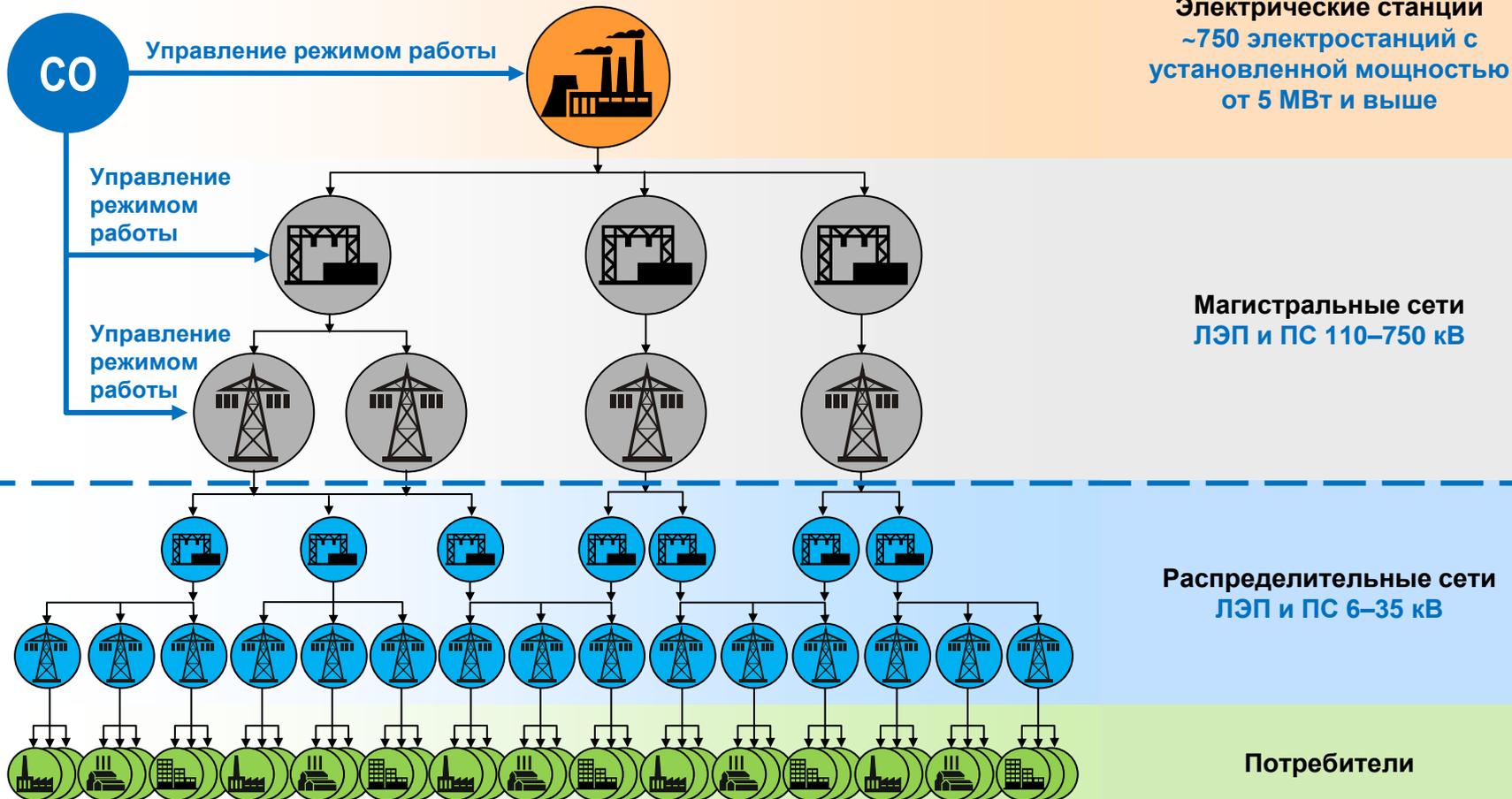




# Единая энергосистема – самый сложный технологический комплекс из всех созданных человечеством

## ЕЭС России

### Централизованное оперативно-диспетчерское управление

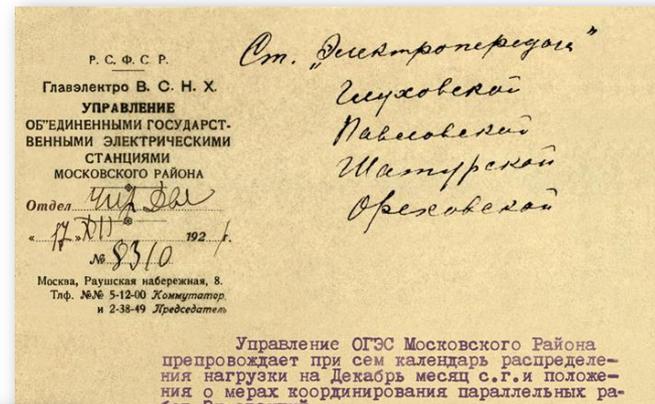


# История создания системы оперативно-диспетчерского управления в отечественной электроэнергетике

**1921 год.** В Московском регионе на параллельную работу включены шесть электростанций. Создана первая крупная энергосистема, которая требовала принципиально нового подхода к управлению загрузкой электростанций – выделения оперативно-диспетчерского управления в отдельную функцию.

Первое название должности диспетчера – «дежурный по Объединению инженер». Инженеры следили за балансом энергосистемы с первого контрольного пункта, расположенного на МГЭС – Московской государственной электрической станции.

Распорядительные документы Управления ОГЭС Московского района Главэлектро ВСНХ стали отправной точкой в создании системы оперативно-диспетчерского управления, а день их подписания – 17 декабря 1921 года – днем рождения системы оперативно-диспетчерского управления в России.



Управление ОГЭС Московского Района препровождает при сем календарь распределения нагрузки на Декабрь месяц с.г. и положения о мерах координирования параллельных работ Эл. станций.

Станциям предлагается в точности придерживаться указанного календаря и руководствоваться инструкцией. Если по чему либо станция заранее предвидит невозможность для себя исполнения программы, она должна тотчас же сообщать об этом Районному Правлению сложением причин.

От всяких уклонениях от заданий календаря во время текущей работы станция обязана немедленно извещать дежурного по Об'единению инженера, который ведет соответствующий журнал.

Каждая станция должна принимать все зависящие от нее меры к тому, что бы выполнить программу задания.

Председатель Управления ОГЭС  
 Моск. Района: *С.И.*

КАЛЕНДАРЬ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ НАГРУЗКИ НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ  
 МОСКОВСКОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ РАБОТАЮЩИХ НА МЕСТНОМ ТОПЛИВЕ на Декабрь мес. 1921г.

СТАНЦИИ	В будние дни			В праздничные дни			ПРИМЕЧАНИЕ
	Дневное время в 7-ми утра до 1 ночи	Ночное время от 1 часа ночи до 7 утра	Всего отдачи за сутки в к.в.ч.	Вечернее время от 4 д. дневное время от 1 ч. ночи до 4ч. дня	Ночное время от 1 ч. ночи до 4ч. дня	Всего отдачи за празднич. сутки в к.в.ч.	
"Электропередача"	8600 кв	6000 кв	190.800	8600	6000	167.400	
Глуховская станц.	2800 "	2000 <sup>x/</sup>	62.400	2800	2000	55.200	x/ Глуховская станция
Павловская станц.	1600 "	Стоит	28.800	1600	Стоит	14.400	останавливается на ночь в очередь о Павловской
Ореховская стан. № 2	500 "	Стоит	9.000	500	Стоит	4.500	понедельно.
Шатурская станц.	2500 "	1000 кв	51.000	2500	1000 кв	37.500	
<b>Всего</b>	<b>16000 кв</b>	<b>9000 кв</b>	<b>342.000</b>	<b>16000</b>	<b>9000</b>	<b>279.000</b>	

**Приказ № 8310 и Календарь распределения нагрузки на электрических станциях. 1921 год**

# История создания системы оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике

4

Декабря 13-го дня 1921 года.

Н.

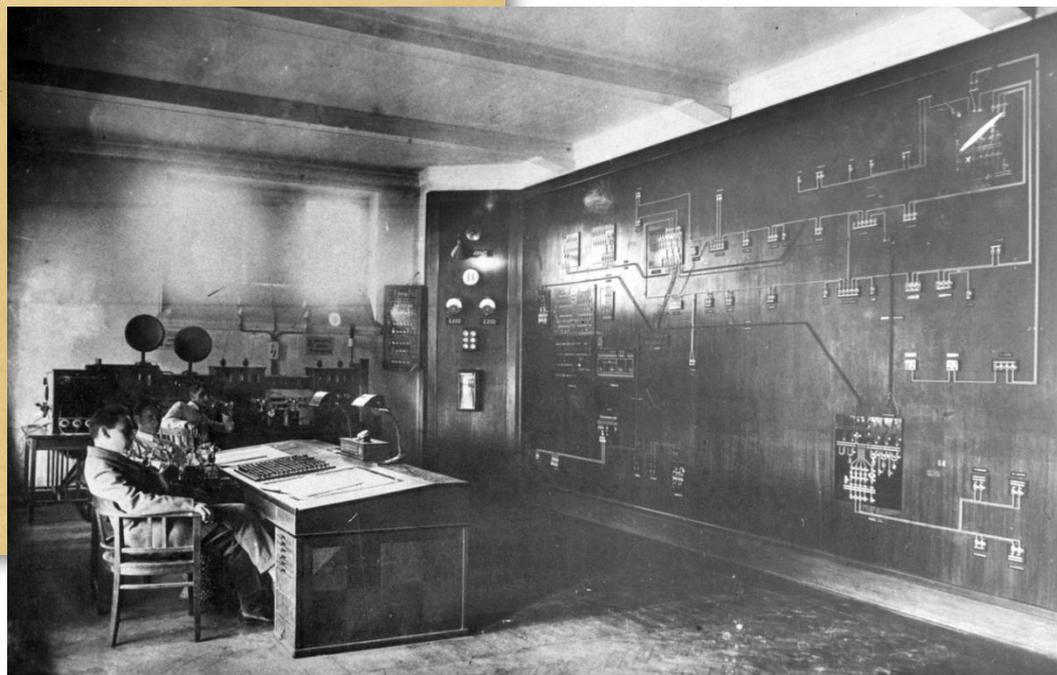
## ПОЛОЖЕНИЕ

О МЕРАХ ДЛЯ КООРДИНИРОВАНИЯ ПАРАЛЛЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, ВХОДЯЩИХ В СОСТАВ МОСКОВСКОГО РАЙОННОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ.

1. Районные Станции, работающие на местном топливе, должны вести нагрузку согласно нормы, установленной календарем нагрузки. Календарь нагрузки составляется каждый месяц Районным Правлением.
2. На обязанности Управления каждой станции состоит принимать все необходимые меры для исправного выполнения установленной нормы. Обо всех факторах, препятствующих выполнению нормы в полном размере, Управление Станции своевременно доводит до сведения Районного Правления.
3. Обо всех авариях и непредвиденных нарушениях правильной работы станции Заведующий Станцией или замещающее его лицо немедленно доводит до сведения дежурного по Объединению инженера /см.ниже/.
4. Для общей координации работы всех работающих параллельно станций Объединения учреждаются должности дежурных по Объединению инженеров.
5. На обязанности дежурных по Объединению инженеров состоит:
  - а/ регулярно в течение суток принимать в установленные часы сведения о фактической нагрузке каждой станции и вести соответствующий журнал;
  - б/ в случае отклонения фактической нагрузки от установленной для данной станции нормы в сторону уменьшения, немедленно выяснять причины такого отклонения;
  - в/ если причиной отклонения от нормы является неправильное распределение нагрузки /в амперах/, принимать возможные меры к более правильному распределению ампер между отдельными станциями;
  - г/ в случае аварий или нарушения правильной работы какой-либо из станций, немедленно по получении о том сведения принимать все

меры к ликвидации расстройства электроснабжения и распределению нагрузки между другими станциями.

6. Ввиду того, что на Московской Государственной Электрической станции лежит задача распределять получаемую от Районных станций энергию и покрывать всю требуемую сеть нагрузку сверх норм, установленных для Районных Станций, а также принимать на себя всю нагрузку сети в случае аварий на воздушной линии и на Районных станциях, обязанности дежурных по Объединению инженеров возлагаются на дежурных инженеров Московской Государственной Электрической станции.



**Положение о мерах координации параллельной работы электрических станций, входящих в состав Московского районного объединения. 1921 год**

**Первый диспетчерский пункт МГЭС. 1926 год**



Основные принципы и функционал диспетчеров энергосистемы сформировались уже на стадии зарождения профессии в 1920-х годах. В функции первых диспетчеров энергосистемы входили:

- распределение нагрузки
- контроль напряжения и частоты
- проведение переключений
- координация ремонтов
- ликвидация аварий
- эксплуатация диспетчерской связи и телесигнализации

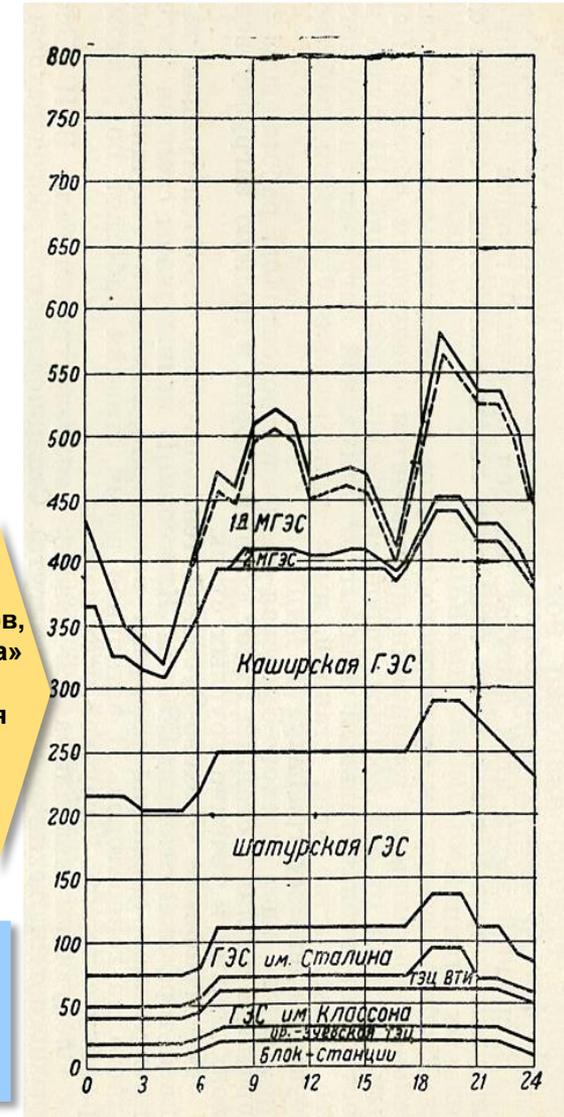
Эти функции и сегодня определяют содержание работы специалистов Системного оператора, занимающихся оперативно-диспетчерским управлением ЕЭС.

Неизменной осталась и основная задача оперативно-диспетчерского управления – обеспечение стабильного функционирования энергосистемы.



Суточный график Московской энергосистемы начала 1930-х годов, на котором явно видны два «горба» пиковой нагрузки – утренний и вечерний максимумы потребления мощности (Вейтков Ф.Л., Мешков В.К. Диспетчерское управление энергосистемами. 1936 г.)

Современный профиль нагрузки имеет такой же профиль. Суточный график генерации-потребления ОЭС Центра в обычный рабочий день 2018 года



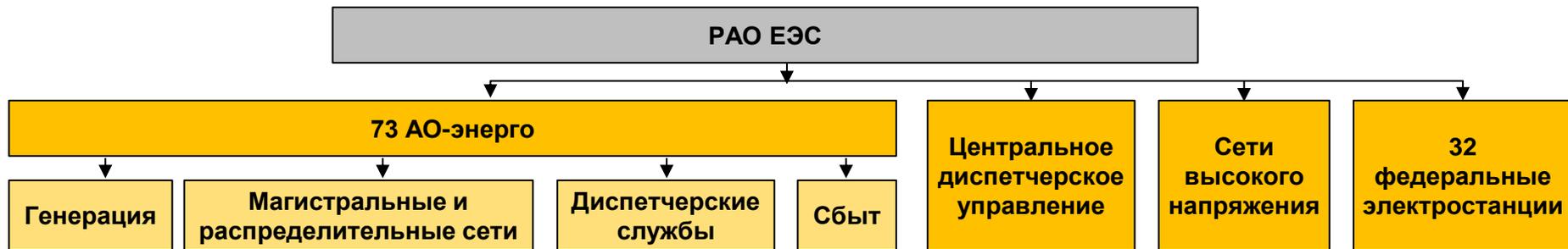
# Формирование системы оперативно-диспетчерского управления

- 1942 год ● Создано ОДУ Урала
- 1945 год ● Создано ОДУ Центра
- 1957 год ● Создано ОДУ Юга
- 1959 год ● Создано ОДУ Сибири
- 1960 год ● Создано ОДУ Средней Волги
- 1961 год ● Создано ОДУ Северо-Запада (в Риге, в 1992 году – в Санкт-Петербурге).
- 1968 год ● Создано ОДУ Востока
- 1969 год ● Создано ЦДУ СССР
- 1987 год ● ЦДУ ЕЭС СССР – главная структура оперативно-диспетчерского управления, в состав которой входят 10 объединенных энергосистем под управлением объединенных диспетчерских управлений.  
В составе ЕЭС СССР – 88 региональных энергосистем.  
Параллельно с ЕЭС СССР работают энергосистемы шести стран – членов СЭВ, несинхронно (через ВПТ) – энергосистема Финляндии. Через сети ЕЭС осуществляется энергоснабжение потребителей Норвегии, Турции, Афганистана, Монголии.
- 1992 год ● ЦДУ ЕЭС СССР переименовано в ЦДУ ЕЭС России и передано в ведение Министерства топлива и энергетики РФ
- 1993 год ● ЦДУ и ОДУ вошли в структуру РАО «ЕЭС России»



## Создание Системного оператора ЕЭС

7



**Системный оператор – первая инфраструктурная организация электроэнергетики, выделенная в ходе реформы.**

**17 июня 2002 года** путем выделения из структуры ОАО «РАО «ЕЭС России» образован Системный оператор ЕЭС.

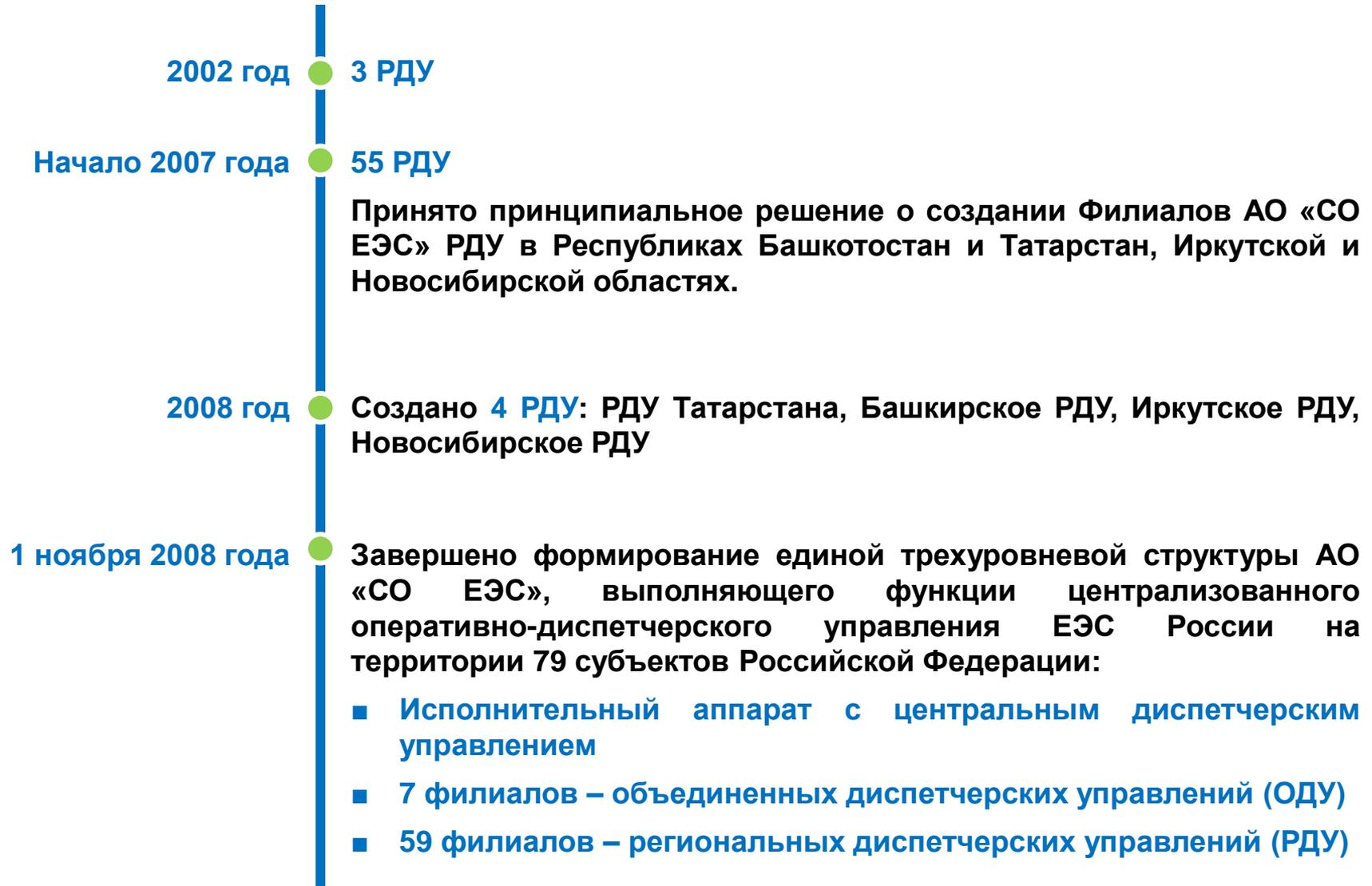
С созданием Системного оператора впервые в отечественной истории функция диспетчерского управления всеми электроэнергетическими объектами была сосредоточена в отдельной специализированной принадлежащей государству компании. Началось формирование единой вертикали оперативно-диспетчерского управления ЕЭС России.

**В процессе создания Системного оператора достигнуто решение трех целевых задач:**

- **Независимость и объективность принятия решений**
- **Регламентированность деятельности**
- **Единообразная прозрачная иерархическая структура управления, соответствующая архитектуре управления электроэнергетическими режимами**



## Формирование структуры СО ЕЭС к 2008 году





**2012 год**

Начался процесс оптимизации структуры оперативно-диспетчерского управления. Цель – повышение надежности работы ЕЭС России и приведение структуры оперативно-диспетчерского управления в полное соответствие с логикой управления электроэнергетическими режимами энергосистем и их особенностями: топологией сетей, размещением центров генерации и потребления энергии.

В ходе оптимизации часть РДУ прекратили свою деятельность по планированию и управлению электроэнергетическим режимом с передачей этих функций в укрупненные смежные РДУ.

Для взаимодействия с субъектами электроэнергетики, органами власти, территориальными органами Ростехнадзора в регионах, электроэнергетическим режимом энергосистем которых управляют укрупненные РДУ, созданы региональные представительства АО «СО ЕЭС».

**Начало процесса оптимизации: 59 РДУ, 5 Представительств**

**2016 год**

В связи с присоединением к ЕЭС России Крымской энергосистемы и началом присоединения изолированных Западного и Центрального энергорайонов Республики Саха (Якутия), созданы два новых РДУ – «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Крыма и города Севастополя» (Черноморское РДУ) и «Региональное диспетчерское управление энергосистемы Якутии» (Якутское РДУ).

**2018 год**

**49 РДУ, 16 Представительств**

**За 6 лет 12 РДУ оптимизировано, создано 2 РДУ в новых регионах**

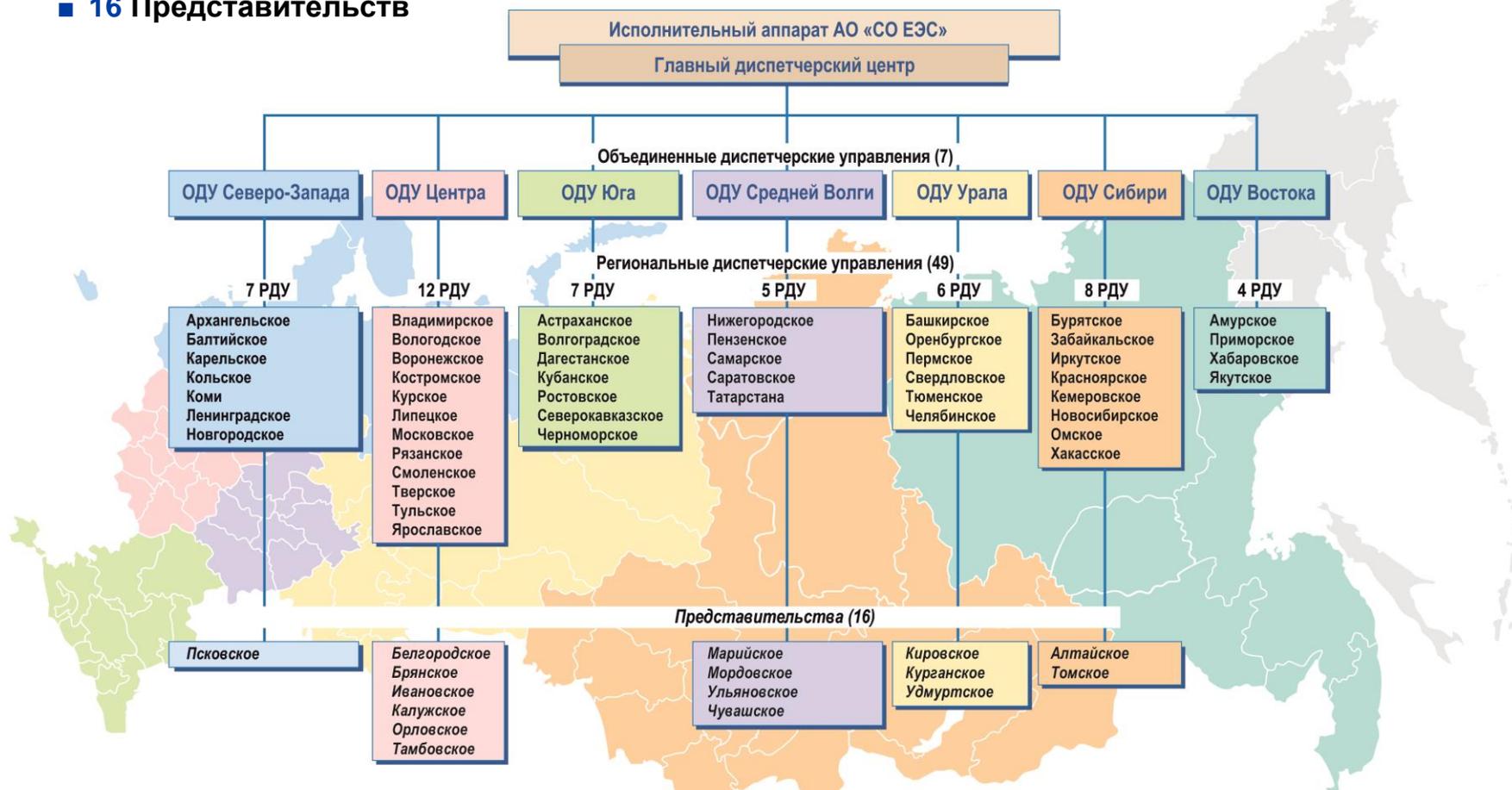


# Структура оперативно-диспетчерского управления Единой энергетической системой России

10

## Входящие в структуру Системного оператора

- Главный диспетчерский центр в структуре Исполнительного аппарата, г. Москва
- 7 Объединенных диспетчерских управлений (ОДУ)
- 49 Региональных диспетчерских управлений (РДУ)
- 16 Представительств



управляют 70 региональными энергосистемами, расположенными на территории 81 субъекта РФ



## Основные группы задач

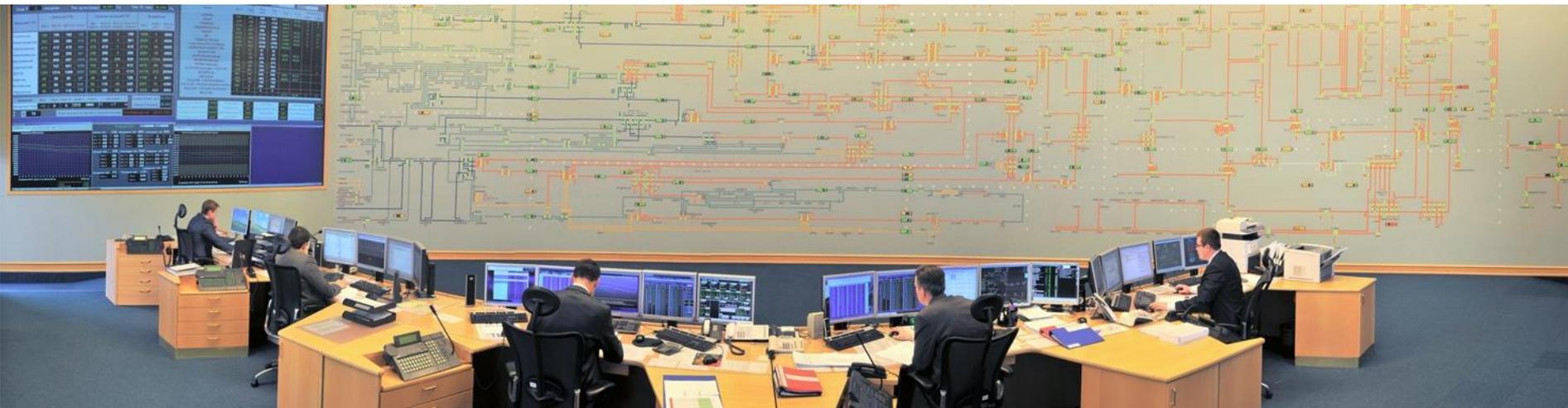
11

**Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы» (Системный оператор) – специализированная организация, единолично осуществляющая централизованное оперативно-диспетчерское управление в Единой энергетической системе России.**

**Системный оператор – компания со 100-процентным государственным капиталом, входит в перечень стратегических предприятий России.**

**Основные группы задач, решаемые Системным оператором:**

- 1. Управление технологическими режимами работы электроэнергетических объектов ЕЭС России в реальном времени для поддержания параметров качества электроэнергии в области допустимых значений.**
- 2. Обеспечение перспективного развития ЕЭС России.**
- 3. Обеспечение единства и эффективной работы технологических механизмов оптового и розничных рынков электрической энергии и мощности и рынка системных услуг.**





- **Обеспечение соблюдения установленных параметров надежности функционирования Единой энергетической системы России и качества электрической энергии**
- **Согласование вывода в ремонт и из эксплуатации объектов электросетевого хозяйства и объектов по производству электрической и тепловой энергии, а также ввода их после ремонта и в эксплуатацию**
- **Выдача субъектам электроэнергетики и потребителям электрической энергии обязательных для исполнения оперативных диспетчерских команд и распоряжений, связанных с осуществлением функций системного оператора**
- **Разработка оптимальных суточных графиков работы электростанций и электрических сетей Единой энергетической системы России**
- **Регулирование частоты электрического тока и перетоков мощности, обеспечение функционирования устройств противоаварийной и режимной автоматики**
- **Организация и управление режимами параллельной работы российской электроэнергетической системы и электроэнергетических систем иностранных государств электроэнергетических систем иностранных государств в порядке, установленном правилами оптового рынка**



## Функции Системного оператора. Обеспечение перспективного развития ЕЭС России

13

- Разработка перспективной расчетной модели ЕЭС России, расчет перспективных электроэнергетических режимов и составление прогнозов потребления и производства электроэнергии в ЕЭС России и субъектах Российской Федерации
- Разработка и представление в уполномоченный федеральный орган исполнительной власти совместно с организацией по управлению единой национальной (общероссийской) электрической сетью мероприятий, технологических схем и программ развития Единой энергетической системы России и участие в их реализации
- Участие в формировании и выдаче при присоединении субъектов электроэнергетики к единой национальной (общероссийской) электрической сети и территориальным распределительным сетям технологических требований, обеспечивающих их работу в составе Единой энергетической системы России



## Функции Системного оператора. Обеспечение функционирования технологической основы рынков электрической энергии, мощности и системных услуг

14

- **Обеспечение функционирования системы расчетов выбора состава включенного генерирующего оборудования**
- **Формирование актуализированной расчетной модели для проведения Коммерческим оператором конкурентного отбора в рынке на сутки вперед**
- **Обеспечение функционирования балансирующего рынка – расчет и доведение графиков генерации при фактическом управлении ЕЭС в режиме реального времени**
- **Обеспечение функционирования экономических механизмов, стимулирующих поддержание и развитие генерирующих мощностей с учетом требуемых объема, технологических параметров, сроков и прогноза развития сетевой инфраструктуры. Организация проведения процедур конкурентного отбора мощности с соблюдением заданных условий**
- **Организация отбора исполнителей услуг по обеспечению системной надежности, оплату таких услуг, а также заключение договоров и оплату услуг по формированию технологического резерва мощностей в целях обеспечения надежности функционирования Единой энергетической системы России в порядке, установленном Правительством РФ**



## Уникальные функции – уникальные компетенции

15

Выполнение уникальных задач, стоящих перед Системным оператором, обеспечивают инженерно-технические специалисты, обладающие уникальным набором компетенций.



# Применение ИТ в оперативно-диспетчерском управлении – историческая особенность, технологическая необходимость

Быстрота протекания процессов, большой объем информации, постоянное усложнение энергосистемы – факторы, обуславливающие широкое применение ИТ в оперативно-диспетчерском управлении.

**1952 год** ● Начало применения ЭВМ в военно-промышленной сфере

**1955 год** ● Начало применения ЭВМ для прогнозирования погоды

**1962 год** ● Начало применения ЭВМ в оперативно-диспетчерском управлении

**1969 год** ● В ЦДУ ЕЭС СССР создана первая служба АСДУ



ЭВМ «Урал-2», ОДУ Сибири, 1968 год



ЭВМ «М-220», ОДУ Сибири, 1970 год



# Цифровизация Выбор проектов

Внедрение  
цифровых  
технологий

должно иметь  
очевидный  
эффект

- Реализация новых рыночных механизмов
- Повышение эффективности работы энергосистемы и скорости ликвидации аварий
- Снижение издержек
- Улучшение показателей надежности

Цифровизация, превратившаяся в длительную реализацию дорогостоящих проектов дискредитирует идею в глазах потребителей

**Ощутимый положительный эффект в разумный срок достижим по направлениям:**

Интеллектуализация учета, контроля качества и надежности энергоснабжения на объектах, где повышение точности измерений приводит к получению явного экономического эффекта, т.е. при измерениях больших объемов перетоков, и где максимально задействуется функциональность, в первую очередь – при управлении спросом

1

Анализ состояния оборудования на основе данных диагностики

2

3

Наблюдаемость параметров оборудования и электроэнергетического режима

4

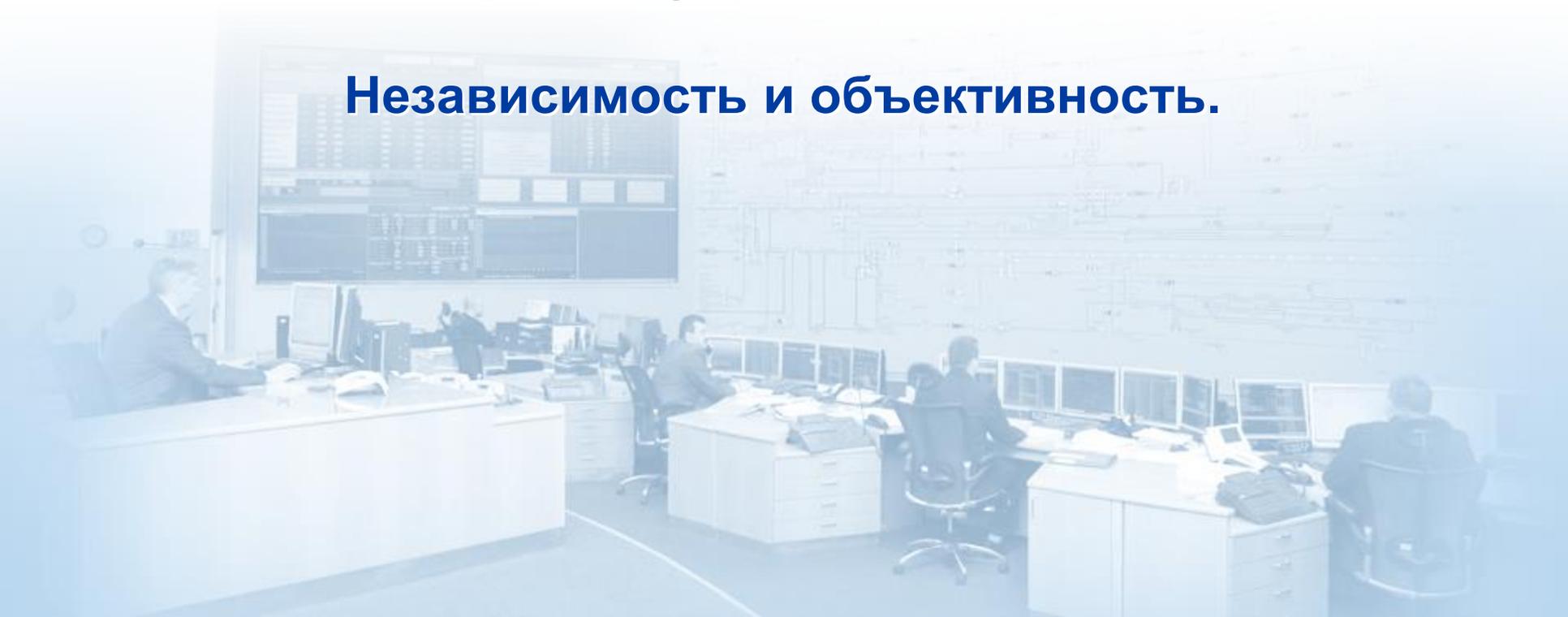
Дистанционное управление элементами электрической сети и электростанций, объектовыми системами управления

5

Устройства противоаварийной автоматики и релейной защиты с функциями самодиагностики, дистанционного управления и параметрирования

# **Основные характеристики системы оперативно-диспетчерского управления ЕЭС России.**

**Независимость и объективность.**





# Независимость Системного оператора – важнейший фактор эффективности энергосистемы

19

**Независимость Системного оператора от интересов субъектов отрасли при выполнении своих функций – основной принцип построения системы оперативно-диспетчерского управления в 2002 году.**

**Такой статус АО «СО ЕЭС» обеспечивает:**

- отсутствие рисков дискриминационных решений (принятия и реализации через систему оперативно-диспетчерского управления технических и управленческих решений, ухудшающих экономические условия для отдельных участников отрасли – в процессе ремонтных кампаний, загрузке мощностей, использовании сетевой инфраструктуры, перспективном развитии энергосистемы)
- высокий уровень прозрачности и обоснованности затрат (издержки на оперативно-диспетчерское управление напрямую увязаны с выполняемыми Системным оператором функциями и позволяют применять наиболее подходящие методы государственного и ценового регулирования и контроля по каждому виду затрат)
- высокий уровень технологической управляемости энергосистемы (организационная обособленность Системного оператора обеспечивает необходимый объем менеджерских усилий и персональной ответственности за эффективность выполнения задач)

**Независимость достигается, благодаря тому, что:**

- собственником 100 % акций компании напрямую является государство, Системный оператор не входит в холдинги и другие подобные хозяйственные структуры
- Системный оператор не имеет собственных коммерческих интересов на рынке электроэнергии, единственным источником финансирования деятельности по оперативно-диспетчерскому управлению в российской электроэнергетике является регулируемый государством тариф
- функционал компании детально регламентирован в НПА – федеральных законах и постановлениях правительства РФ, что обеспечивает предсказуемость и прозрачность его деятельности для всех участников отрасли. В числе регламентирующих документов законы «Об электроэнергетике», «О естественных монополиях», «О защите конкуренции», «О техническом регулировании» и др., а также более двадцати постановлений правительства



**Модель независимого системного оператора применяется во многих крупных энергосистемах мира.**

Страна / системный оператор	Установленная мощность в 2016 г., МВт (более 30 000 МВт)
Индия / POSOCO	314 105
США / MISO	191 062
США / PJM	182 476
Бразилия / ONS	130 092
Корея / KPX	109 751
США / SPP	83 945
США / ERCOT	78 000
Великобритания / National Grid*	77 939
США / CAISO	73 307
Мексика / CENACE	66 602
Австралия / AEMO	48 254
США / NYISO	40 092
США / ISO-NE	30 500

**В последние годы независимые СО созданы:**

- в Мексике (действует с 2014 года)
- в Индии – (с 2017 года)
- в Великобритании, находящейся в процессе выделения функционала оперативно-диспетчерского управления энергосистемой из сетевой компании



Энергетические регуляторы (BEIS, Ofgem) Великобритании считают, что в условиях интенсивно развивающейся и усложняющейся энергосистемы независимый статус СО предпочтительнее, так как обеспечивает условия для большей надежности, конкурентоспособности и гибкости, а также способен ослаблять потенциальные и реальные конфликты интересов и обеспечить готовность к адаптации по мере развития энергосистемы.



### Задачи / преимущества ISO по мнению энергетического регулятора Великобритании:

- обеспечение комплексного общесистемного подхода к управлению энергосистемой
- предотвращение конфликта интересов различных собственников при принятии решений по развитию энергосистемы в средне- и долгосрочной перспективе
- повышение прозрачности и устранение монополизма в управлении режимами работы электросетевых и генерирующих объектов, а также потребителей с управляемой нагрузкой



## А если не ISO?

# Франция – обеспечение надежного электроснабжения как обязательство публичной службы

22

Во Франции функции управления энергосистемой с 1906 года относятся к т.н. «обязательствам публичной службы» (глубоко укорененный в законодательство механизм передачи от государства к компаниям обязательств в сферах, обслуживающих все население и экономику).



Французское законодательство обязывает компании, которым передана одна из государственных функций, действовать в интересах всего общества, даже если это не соответствует их коммерческим интересам.

Ответственность за невыполнение обязательств *service public* носит подчеркнуто особый характер, поскольку такое невыполнение приравнивается к неисполнению государством своих обязательств перед обществом.

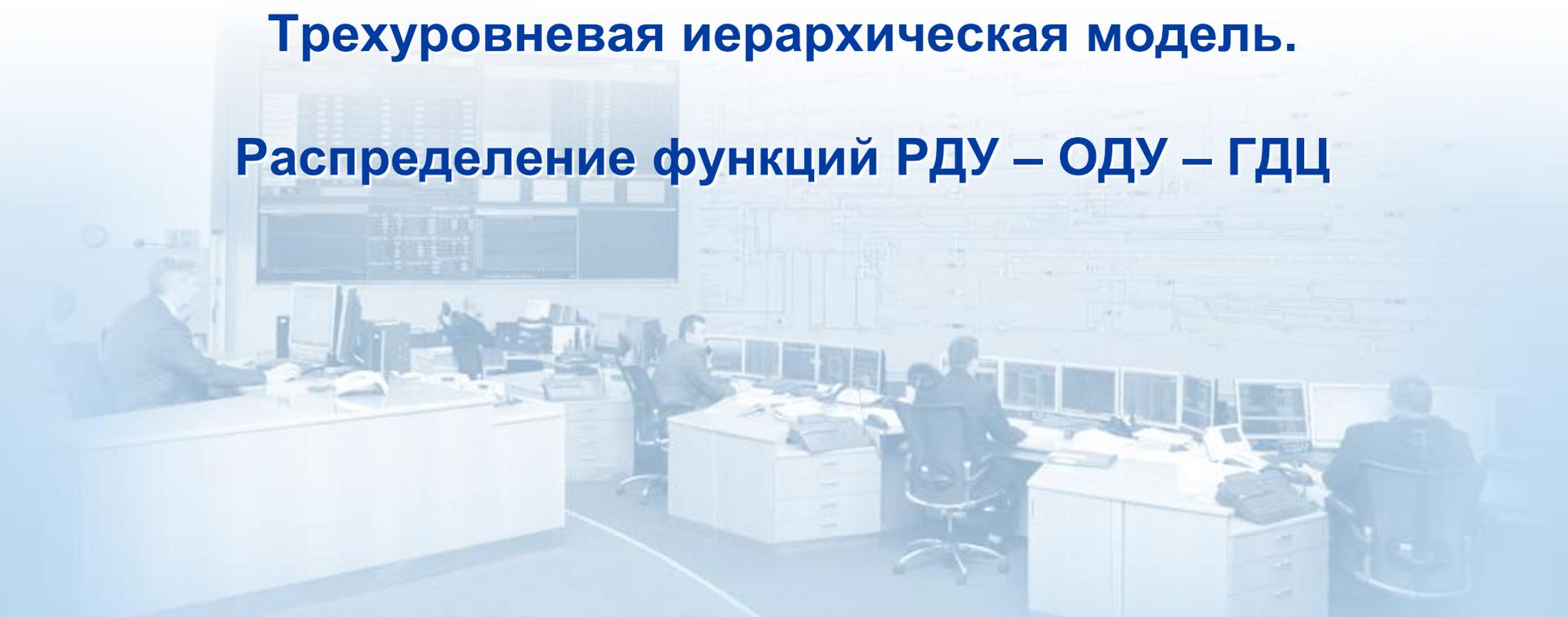
Французскому холдингу EDF принадлежат 80% генерирующих объектов и контрольный пакет сетевой компании RTE, осуществляющей функцию ОДУ.

RTE обязана при осуществлении функций системного оператора руководствоваться принципами прозрачности и независимости, не допускать монополизма в управлении режимами работы электросетевых, генерирующих объектов и потребителей с управляемой нагрузкой.

# **Основные характеристики системы оперативно-диспетчерского управления ЕЭС России.**

**Трехуровневая иерархическая модель.**

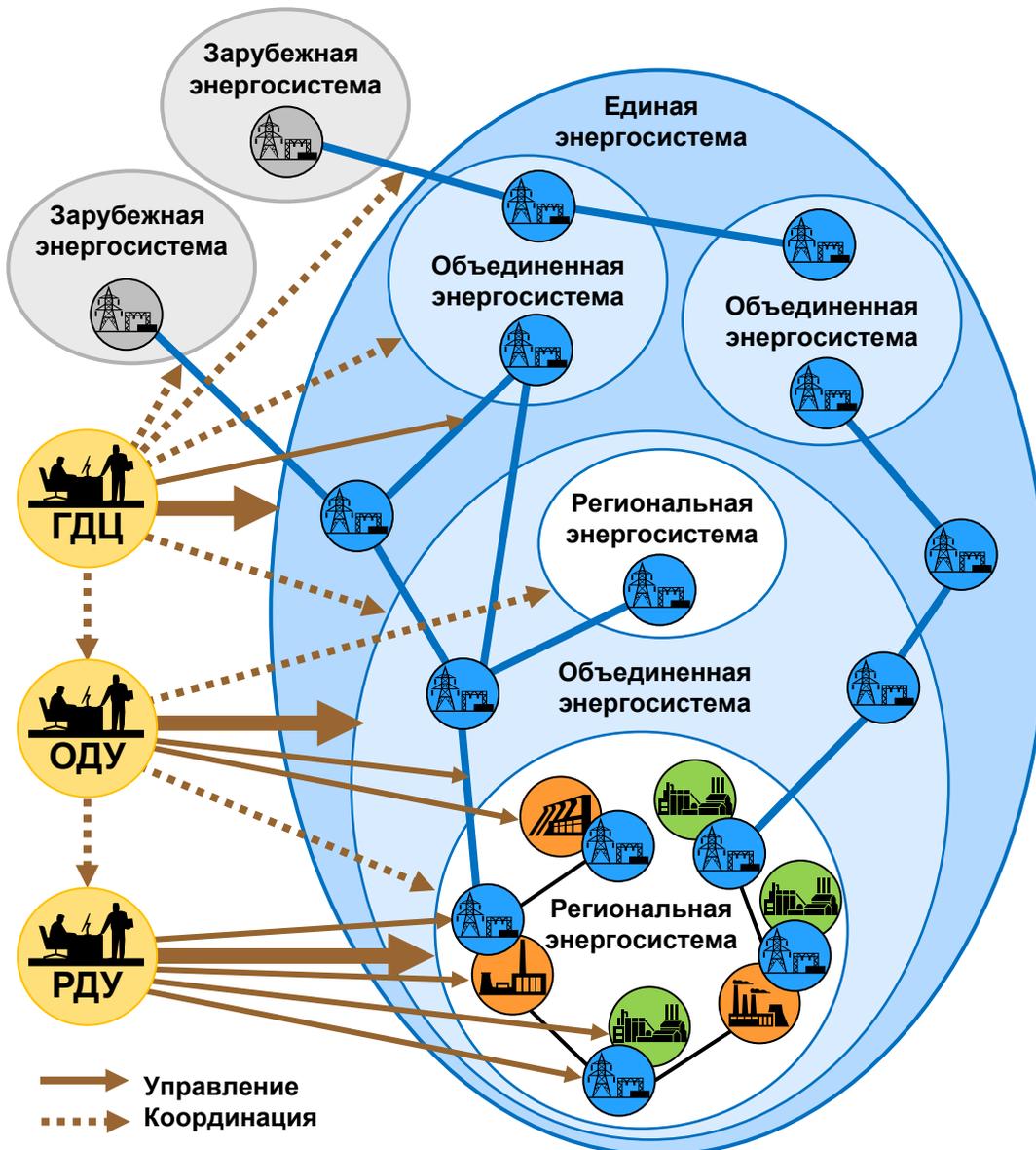
**Распределение функций РДУ – ОДУ – ГДЦ**





# Единая трехуровневая вертикаль оперативно-диспетчерского управления

24



Структура Системного оператора в соответствии с иерархическим принципом оперативно-диспетчерского управления в ЕЭС России представляет собой единую трехуровневую вертикаль с четким разделением полномочий.

## Главный диспетчерский центр:

- **Основная задача** – круглосуточное управление режимом Единой энергосистемы России, контроль параметров качества электрической энергии, координация параллельной работы объединенных энергосистем, а также параллельной работы ЕЭС России с зарубежными энергосистемами.

## Объединенное диспетчерское управление:

- **Основная задача** – круглосуточное управление режимом объединенных энергосистем, генерирующими и сетевыми объектами, существенно влияющими на изменения режима энергообъединения, и координирующую деятельность филиалов третьего уровня.

## Региональное диспетчерское управление:

- **Основная задача** – круглосуточное управление режимом региональной энергосистемы и согласованной работы всех входящих в нее энергетических объектов.



**Основные задачи** – круглосуточное управление режимом территориальных энергосистем и согласованной работы входящих в них энергетических объектов.

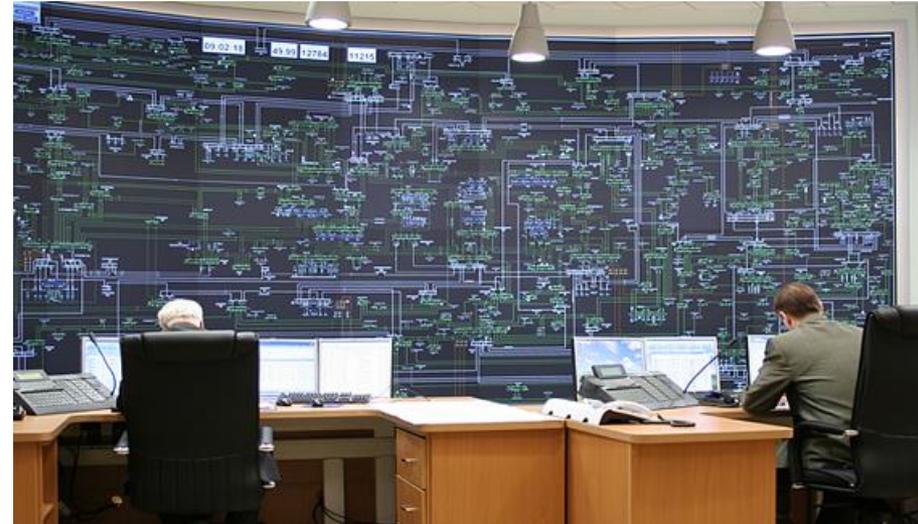
**РДУ** – диспетчерский центр третьего уровня иерархии, осуществляющий управление режимами работы энергосистем отдельных регионов.

**Специалисты РДУ :**

- выполняют непрерывное круглосуточное управление электроэнергетическими режимами одной или нескольких территориальных энергосистем
- осуществляют диспетчерское управление или ведение объектами электроэнергетики и энергопринимающими установками потребителей с управляемой нагрузкой в границах закрепленной за РДУ операционной зоны.



ДЦ Кубанского РДУ



ДЦ Московского РДУ



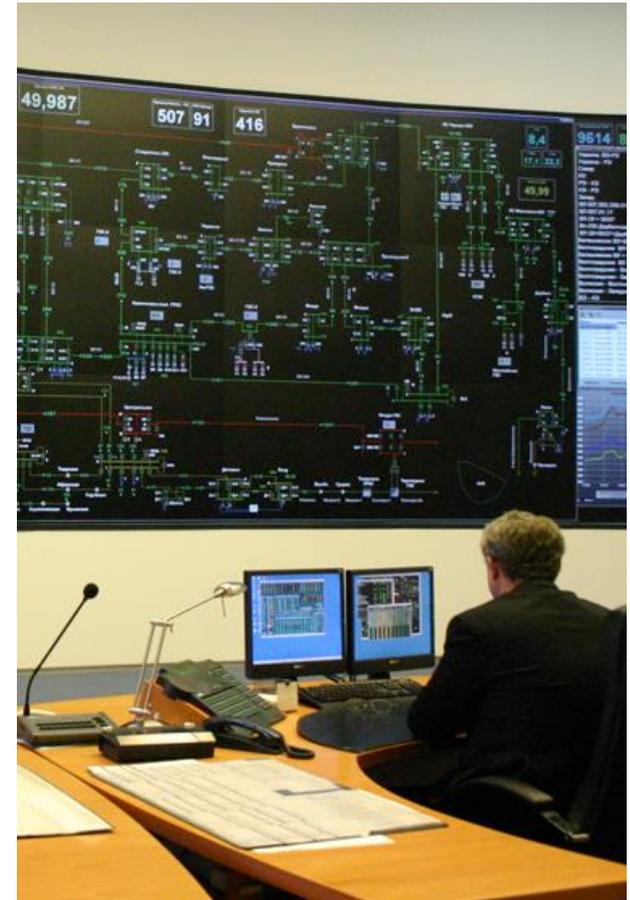
**Основные задачи** – круглосуточное управление режимом объединенных энергосистем, генерирующими и сетевыми объектами, существенно влияющими на изменения режима этих энергообъединений, и координация деятельности региональных диспетчерских управлений.

**ОДУ – диспетчерский центр второго иерархического уровня.**

Осуществляет управление режимами работы в пределах одной из семи входящих в ЕЭС объединенных энергосистем. Выполняет непрерывное круглосуточное управление электроэнергетическими режимами ОЭС, а также управление работой генерирующих и сетевых объектов, обеспечивающее надежную и экономичную работу территориальных энергосистем и ОЭС в целом.

**Специалисты ОДУ обеспечивают:**

- баланс производства и потребления электроэнергии
- планирование режима ОЭС
- согласование вывода в ремонт и ввода в эксплуатацию энергообъектов
- утверждение годовых и месячных графиков ремонта ЛЭП, электростанций, устройств РЗА и противоаварийной автоматики и других объектов диспетчеризации
- участвуют в осуществлении контроля за техническим состоянием таких объектов.



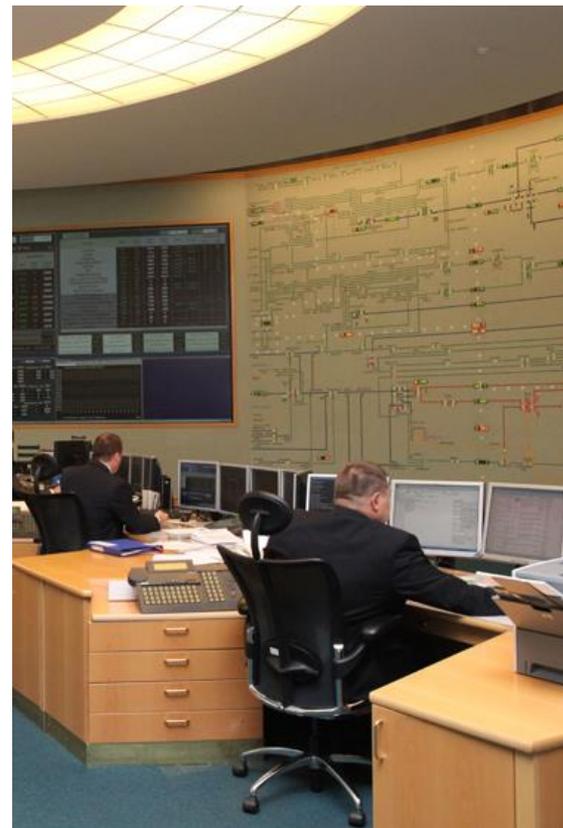


**Основные задачи** – круглосуточное управление режимом Единой энергосистемы России в целом, контроль параметров качества электрической энергии, координация параллельной работы объединенных энергосистем в составе ЕЭС России и параллельной работы ЕЭС России с зарубежными энергосистемами.

**ГДЦ** – верхний уровень в иерархии оперативно-диспетчерского управления ЕЭС России.

### Специалисты ГДЦ:

- выполняют непрерывное круглосуточное управление электроэнергетическими режимами ЕЭС России
- обеспечивают надежную и экономичную работу ЕЭС России
- обеспечивают поддержание нормальных уровней напряжения в контрольных пунктах системообразующей сети и частоты электрического тока в ЕЭС России, контролируя выполнение заданных диспетчерским графиком режимов работы электростанций
- предотвращают развитие и ликвидируют общесистемные аварии
- определяют условия параллельной работы объединенных энергосистем в составе ЕЭС России
- координируют параллельную работу ЕЭС России и энергосистем, имеющих общую системную частоту электрического тока (России, Азербайджана, Беларуси, Грузии, Казахстана, Молдовы, Монголии, Латвии, Литвы, Украины и Эстонии)



# Объекты диспетчеризации и их распределение между ГДЦ – ОДУ – РДУ





# Виды объектов диспетчеризации



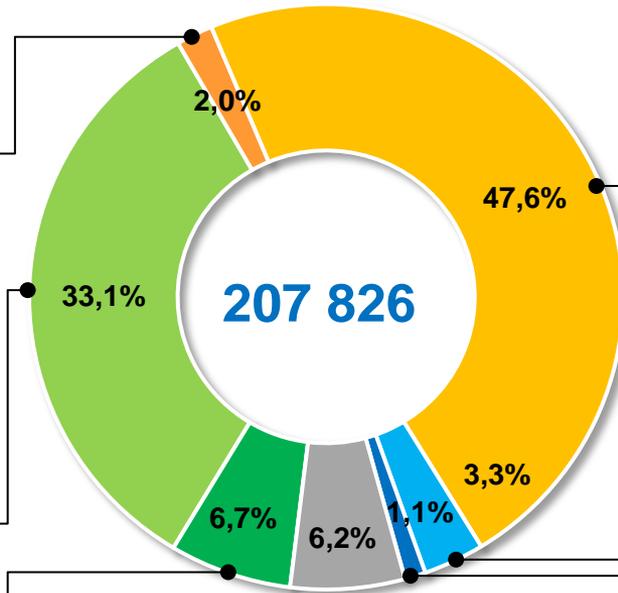
4 130



68 756



13 845



98 886



6 907



2 372

## Объекты диспетчеризации

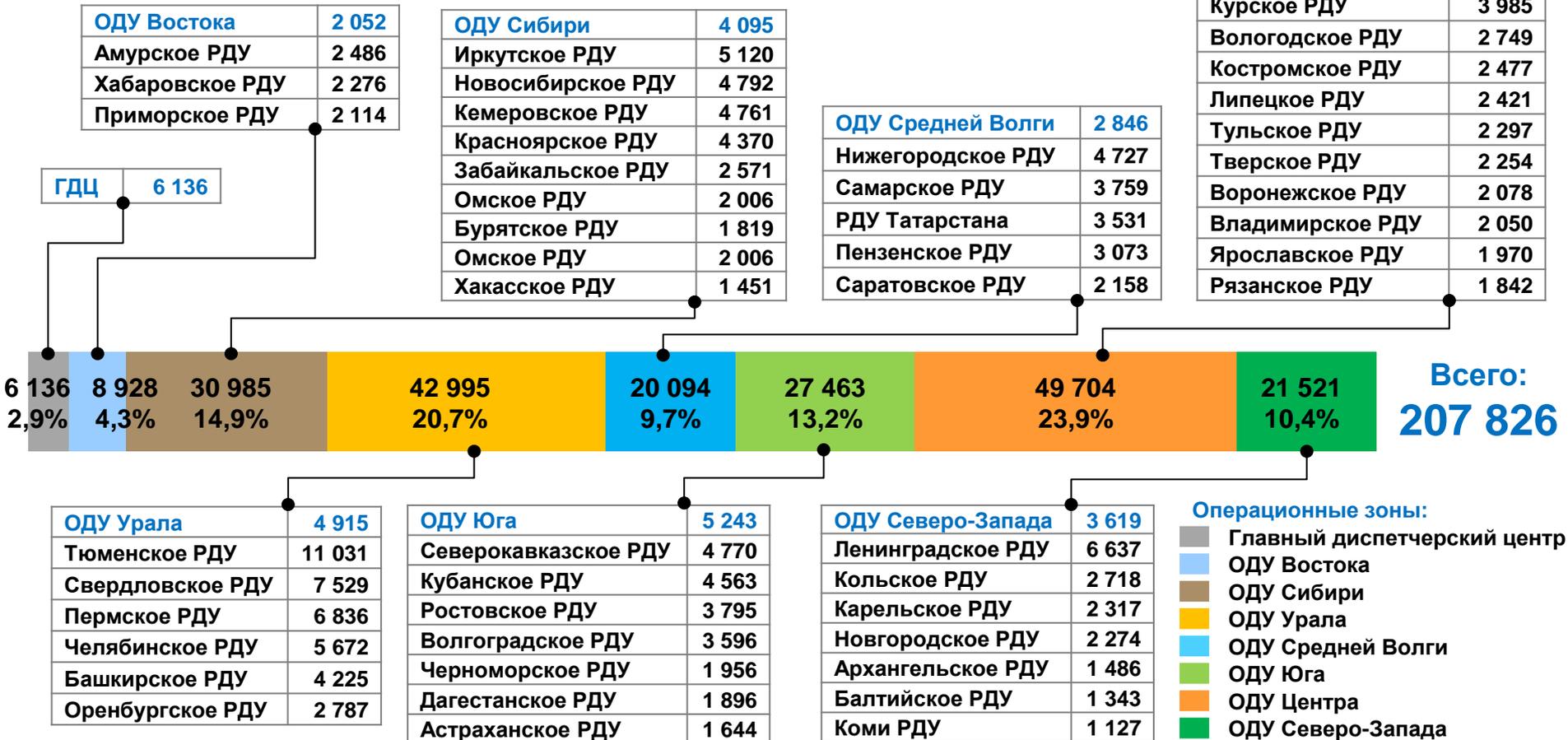
- ЛЭП
- Электротехническое оборудование
- Энергетическое оборудование
- РЗА
- СДТУ
- АСДУ
- Прочее



# Распределение объектов диспетчеризации по операционным зонам на 01.01.2018

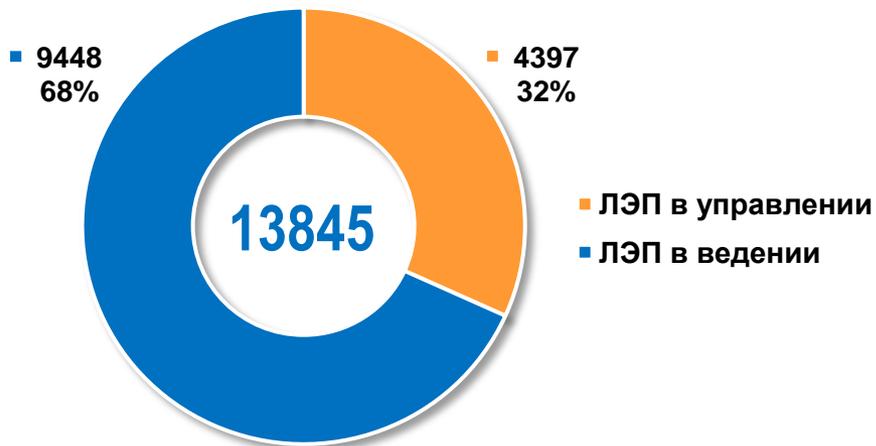
В оперативном управлении и ведении АО «СО ЕЭС» – **207826** объектов диспетчеризации, в том числе: в ГДЦ – **6136**, в 7 ОДУ – **27483**, в 49 РДУ – **174207**.

В среднем в одном диспетчерском центре ОДУ – **3926** объектов диспетчеризации, в ДЦ РДУ – **3555**.

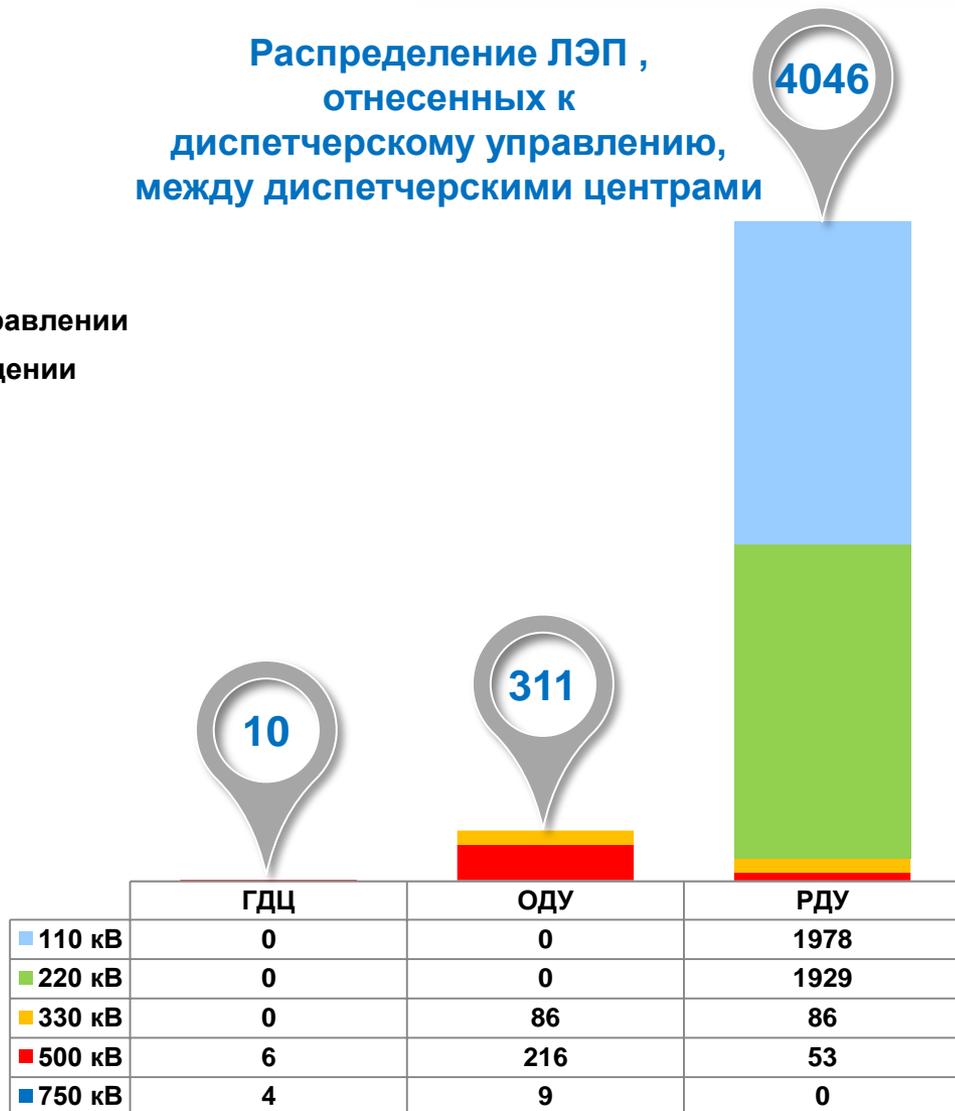




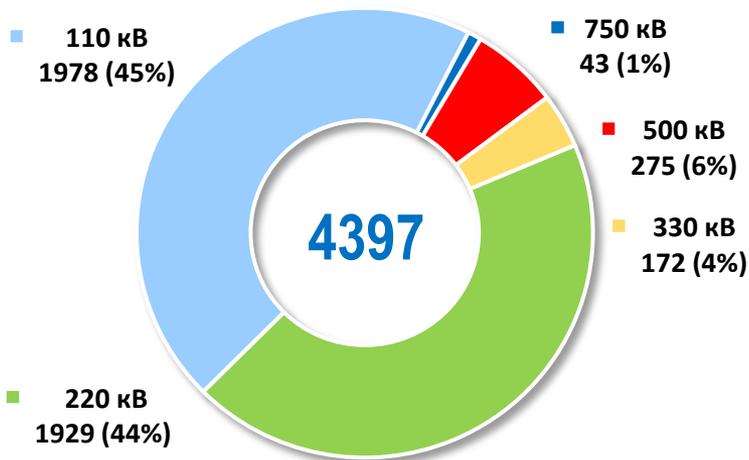
Распределение ЛЭП по диспетчерскому управлению и ведению



Распределение ЛЭП, отнесенных к диспетчерскому управлению, между диспетчерскими центрами



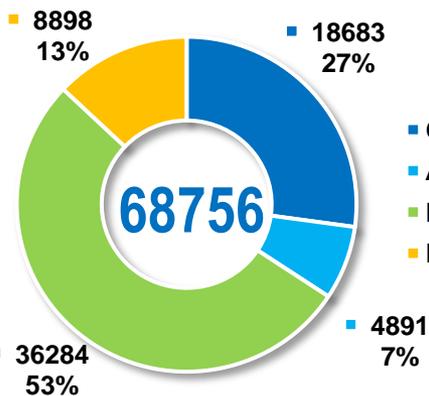
Распределение ЛЭП, отнесенных к диспетчерскому управлению, по классам напряжения





# Распределение электротехнического оборудования

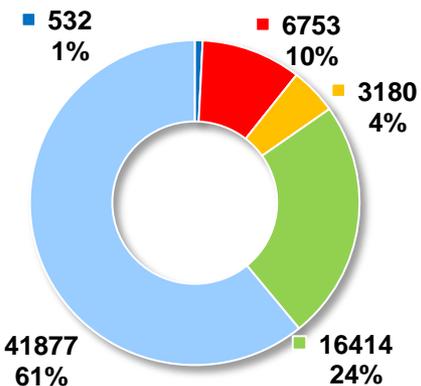
Распределение электротехнического оборудования по типам объектов



Распределение электротехнического оборудования между диспетчерскими центрами



Распределение электротехнического оборудования по классам напряжения



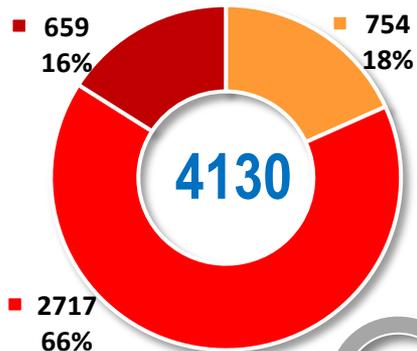
Класс напряжения	Системы (секции) шин			Автотрансформаторы, трансформаторы, шунтирующие реакторы			Выключатели			Прочее		
	ГДЦ	ОДУ	РДУ	ГДЦ	ОДУ	РДУ	ГДЦ	ОДУ	РДУ	ГДЦ	ОДУ	РДУ
110 кВ		2	13291		24	934	3	19	22112	7	71	5414
220 кВ	3	516	3270	7	98	1819	14	983	7417		30	2257
330 кВ	57	232	251	4	202	266	148	814	849	12	99	246
500 кВ	196	456	347	223	636	539	792	1663	1219	81	436	165
750 кВ	25	28	9	53	60	26	100	113	38	33	42	5



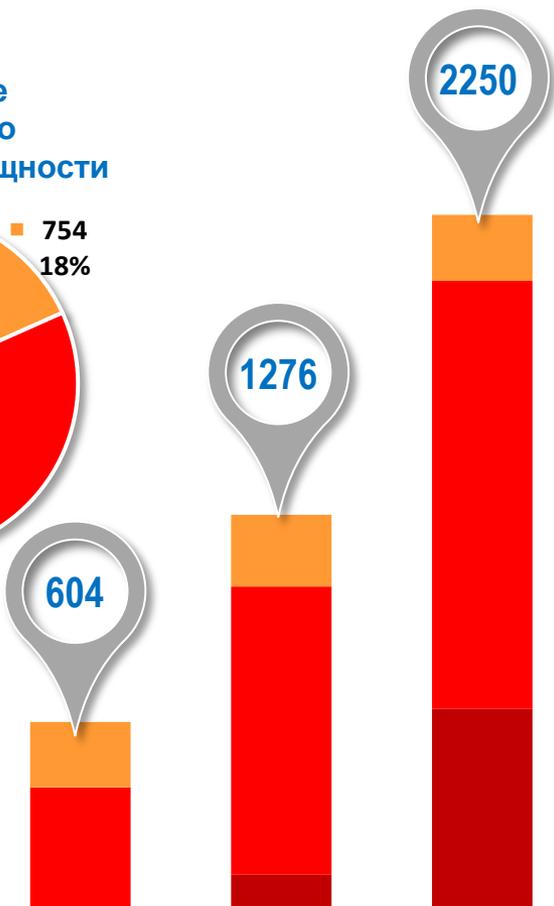
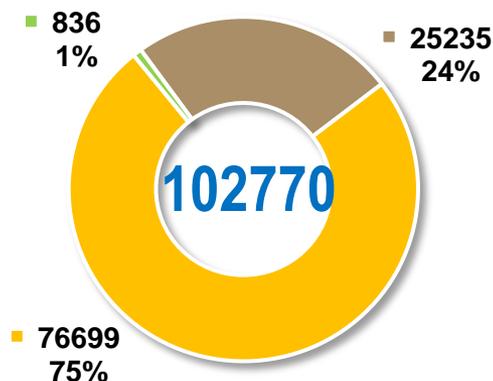
## Распределение энергетического оборудования между диспетчерскими центрами

## Распределение устройств РЗА между диспетчерскими центрами

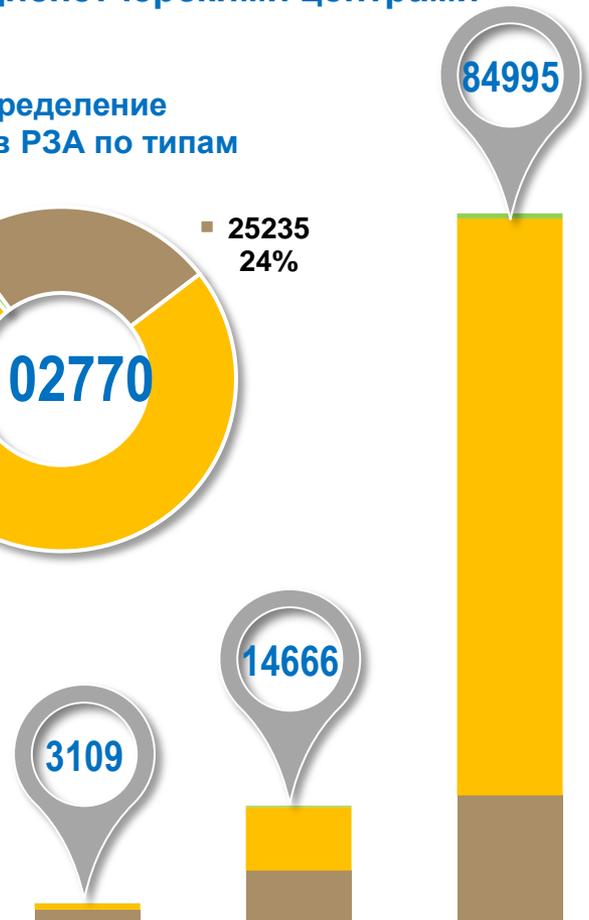
Распределение энергетического оборудования по мощности



Распределение устройств РЗА по типам



	ГДЦ	ОДУ	РДУ
■ выше 250 МВт	213	232	214
■ 25-250 МВт	391	936	1390
■ до 25 МВт	0	108	646

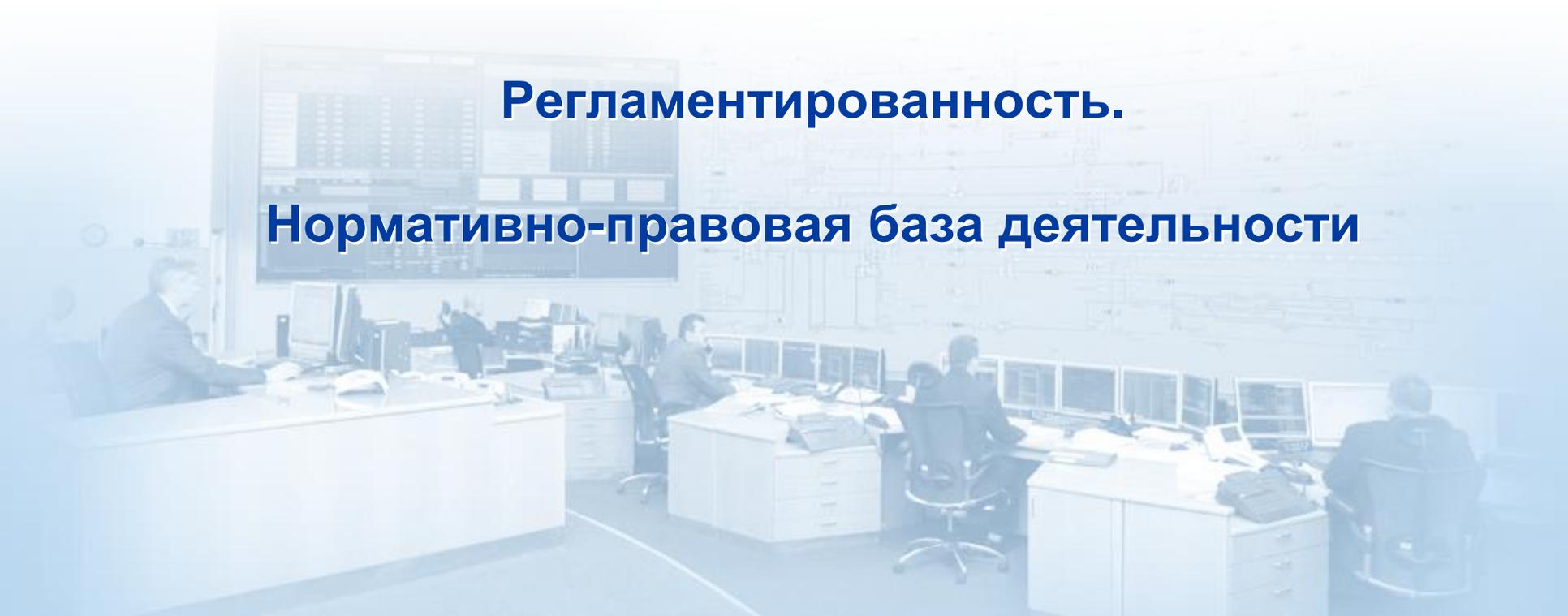


	ГДЦ	ОДУ	РДУ
■ РАСП	61	161	614
■ РЗ и СА	692	7532	68475
■ ПА и РА	2356	6973	15906

# **Основные характеристики системы оперативно-диспетчерского управления ЕЭС России.**

**Регламентированность.**

**Нормативно-правовая база деятельности**





# Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»

35



- Определения понятий «оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике» и «услуги по ОДУ» (статья 3)
- Закрепление функций Системного оператора (статьи 14, 26, 32, 36, 38, 44)
- Глава 4. ОДУ в электроэнергетике:
  - система ОДУ в электроэнергетике (статья 11)
  - субъекты ОДУ (статья 12)
  - основные принципы ОДУ в электроэнергетике (статья 13)
  - функции субъектов ОДУ (статья 14)
  - аварийные электроэнергетические режимы (статья 15)
  - оказание услуг по ОДУ в электроэнергетике (статья 16)
  - контроль за системой ОДУ (статья 17)
  - гражданско-правовая ответственность субъектов ОДУ (статья 18)
  - ОДУ в технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах (статья 19)



**Вся финансово-договорная конструкция отношений по ОДУ, включая круг лиц, подлежащих обязательному обслуживанию, содержание услуг по ОДУ, порядок заключения договора, определения стоимости и оплаты услуг по ОДУ, урегулирована на уровне ФЗ и НПА Правительства РФ:**

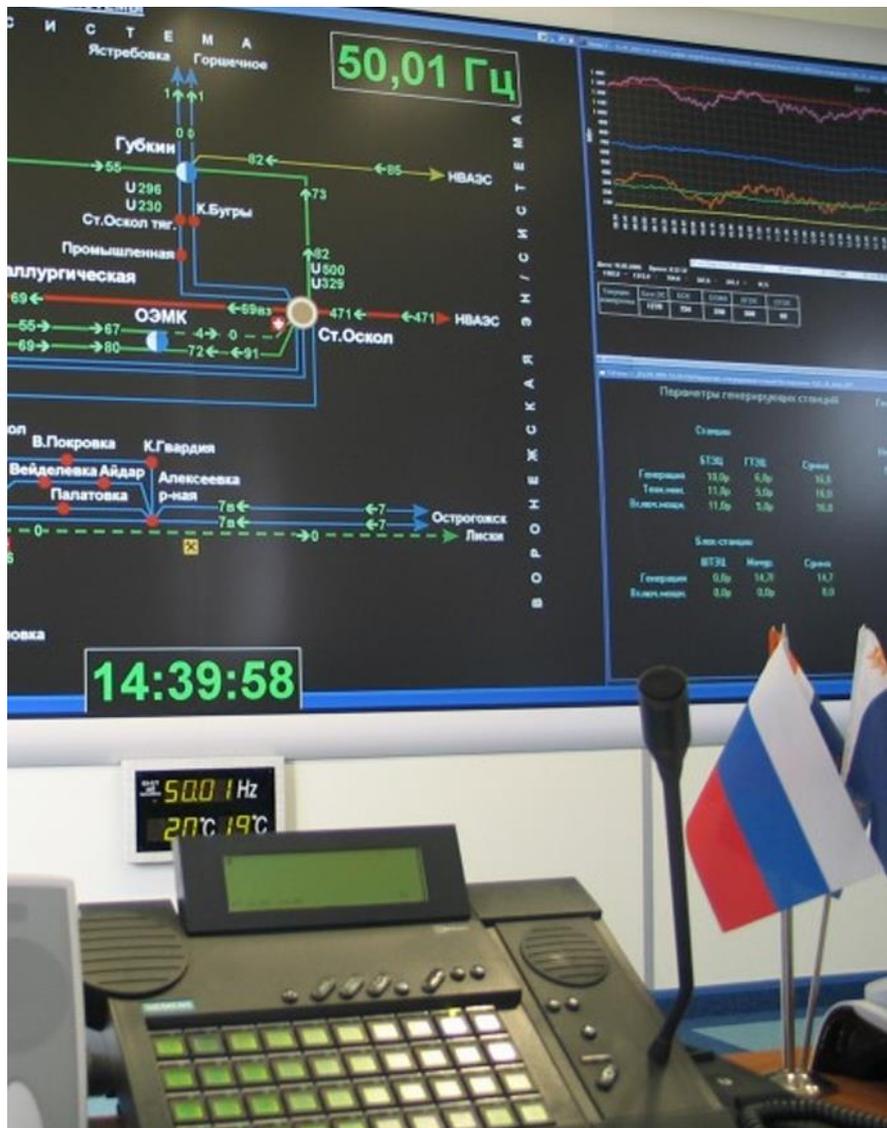
- **Федеральный закон от 26.03.2003 № 35-ФЗ «Об электроэнергетике» (статьи 16, 34, 41)**
- **Правила отнесения субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии к кругу лиц, подлежащих обязательному обслуживанию при оказании услуг по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике, утв. постановлением Правительства РФ от 14.02.2009 № 114**
- **Правила определения стоимости и оплаты услуг по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике, утв. постановлением Правительства РФ от 09.11.2009 № 910**
- **Правила недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, утв. постановлением Правительства РФ от 27.12.2004 № 861**
- **Основы ценообразования в области регулируемых цен (тарифов) в электроэнергетике, утв. постановлением Правительства РФ от 29.12.2011 № 1178 (пункт 84)**



- Правила оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, утв. постановлением Правительства РФ от 27.12.2004 № 854
- Правила оптового рынка электрической энергии и мощности, утв. постановлением Правительства РФ от 27.12.2010 № 1172
- Основные положения функционирования розничных рынков электрической энергии, утв. постановлением Правительства РФ от 04.05.2012 № 442
- Правила полного и (или) частичного ограничения режима потребления электрической энергии, утв. постановлением Правительства РФ от 04.05.2012 № 442
- Правила технологического присоединения энергопринимающих устройств потребителей электрической энергии, объектов по производству электрической энергии, а также объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих сетевым организациям и иным лицам, к электрическим сетям, утв. постановлением Правительства РФ от 27.12.2004 № 861
- Правила вывода объектов электроэнергетики в ремонт и из эксплуатации, утв. постановлением Правительства РФ от 26.07.2007 № 484
- Правила расследования причин аварий в электроэнергетике, утв. постановлением Правительства РФ от 28.10.2009 № 846
- Правила утверждения инвестиционных программ субъектов электроэнергетики, утв. постановлением Правительства РФ от 01.12.2009 № 977
- Правила разработки и утверждения схем и программ перспективного развития электроэнергетики, утв. постановлением Правительства РФ от 17.10.2009 № 823
- Правила отбора субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии, оказывающих услуги по обеспечению системной надежности, и оказания таких услуг, утв. постановлением Правительства РФ от 03.03.2010 № 117
- Стандарты раскрытия информации субъектами оптового и розничных рынков электрической энергии, утв. постановлением Правительства РФ от 21.01.2004 № 24
- Правила оценки готовности субъектов электроэнергетики к работе в отопительный сезон, утв. постановлением Правительства РФ от 10.05.2017 № 543

# Правила оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике, утвержденные постановлением Правительства РФ от 27.12.2004 № 854

38



- Организация ОДУ:
  - основы взаимодействия при осуществлении ОДУ
  - объекты диспетчеризации
  - диспетчерские команды, разрешения и распоряжения
  - диспетчерское управление и диспетчерское ведение
  - диспетчерские центры и диспетчерский персонал
  - правила изменения технологического режима работы и эксплуатационного состояния объектов диспетчеризации
- Планирование (прогнозирование) электроэнергетических режимов энергосистемы
- Управление электроэнергетическим режимом энергосистемы
- Управление оборудованием объектов электроэнергетики
- Схемы электрических соединений объектов электроэнергетики и осуществление переключений в них
- ОДУ в технологически изолированных территориальных электроэнергетических системах

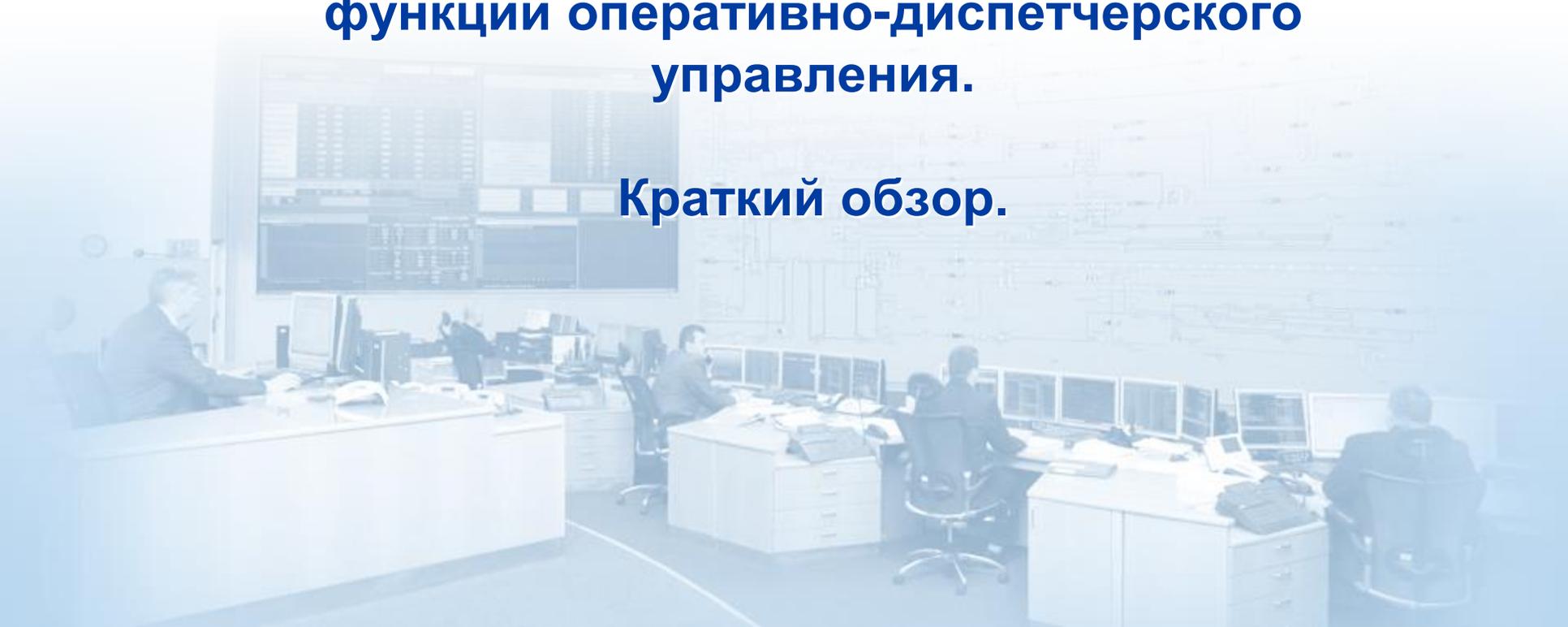


# Контроль (надзор) за деятельностью Системного оператора со стороны государства



**Основные технологии (направления деятельности), обеспечивающие выполнение функций оперативно-диспетчерского управления.**

**Краткий обзор.**





## Направления деятельности Системного оператора

41

1

Обеспечение перспективного развития ЕЭС России

2

Долгосрочное планирование электроэнергетического режима ЕЭС России

3

Краткосрочное планирование электроэнергетического режима ЕЭС России

4

Управление электроэнергетическим режимом ЕЭС России в реальном времени

5

Расчет электроэнергетического режима ЕЭС России

6

Обеспечение функционирования рынков в электроэнергетике

7

Развитие и обеспечение автоматического управления электроэнергетическим режимом ЕЭС России

8

Развитие и обеспечение функционирования РЗА

9

Технический контроллинг

10

Международная деятельность

11

Подготовка персонала



- Участие в разработке и актуализации СиПР ЕЭС России и СиПР электроэнергетики субъектов РФ
- Выявление «узких мест» в энергосистеме и формирование предложений по развитию ЕЭС России
- Формирование заключений к инвестиционным программам субъектов электроэнергетики
- Рассмотрение и согласование технических условий на технологическое присоединение энергопринимающих устройств потребителей и объектов по производству электрической энергии к электрическим сетям
- Рассмотрение и согласование технических заданий на проектирование, проектной (рабочей) документации при сооружении и реконструкции объектов электроэнергетики
- Рассмотрение и согласование работ по технико-экономическому обоснованию объектов, схем внешнего электроснабжения присоединяемых крупных потребителей и схем выдачи мощности сооружаемых электростанций



# Долгосрочное планирование электроэнергетического режима ЕЭС России

43

2



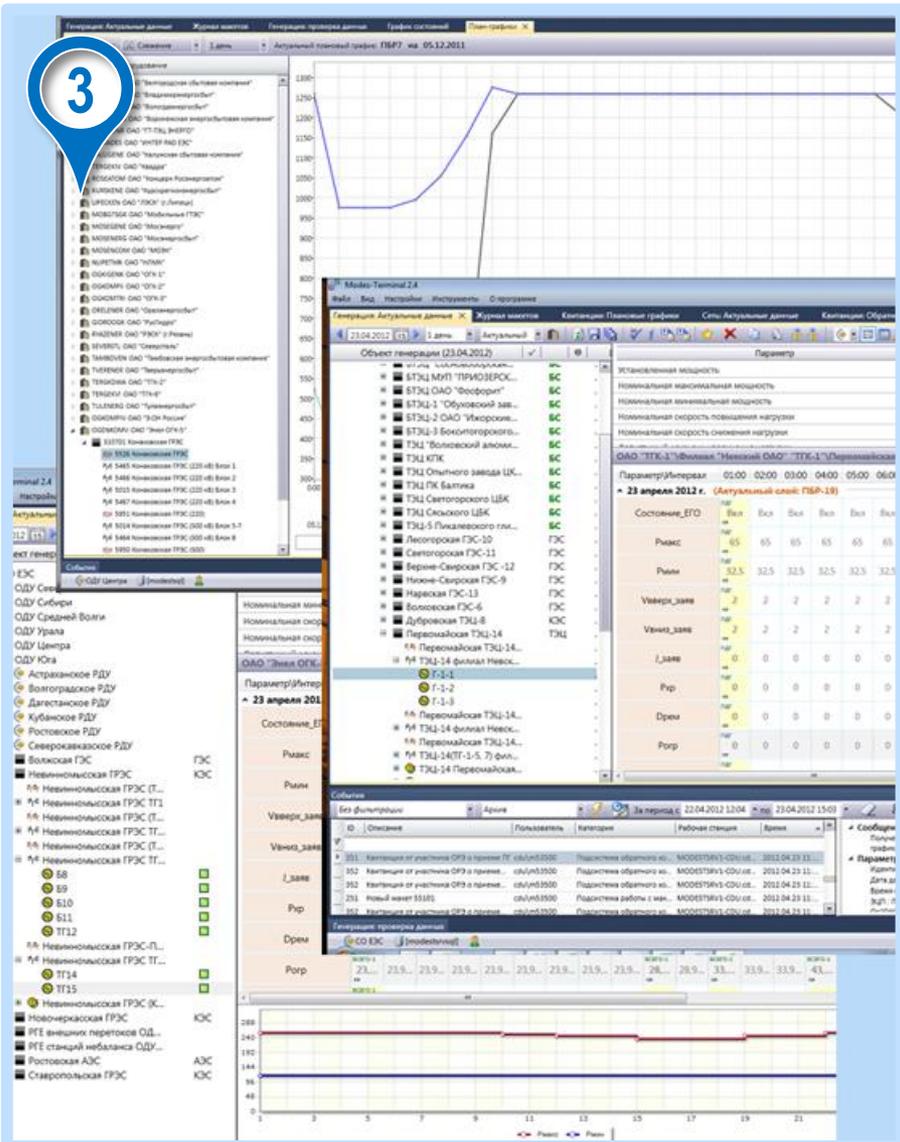
- Разработка прогноза потребления и балансов электрической энергии и мощности на месяц, год и перспективный период до семи лет, в том числе в период периоды экстремально низких и экстремально высоких температур наружного воздуха
- Формирование перспективной математической модели ЕЭС России
- Подготовка заключений о возможности вывода из эксплуатации генерирующего оборудования объектов по производству электрической энергии



# Краткосрочное планирование электроэнергетического режима ЕЭС России

44

3



- Выбор состава включенного генерирующего оборудования (ВСВГО)
- Формирование прогнозного диспетчерского графика (ПДГ)
- Формирование предварительного плана балансирующего рынка (ППБР)
- Формирование планов балансирующего рынка (ПБР)
- Применение технологии СМЗУ для краткосрочного планирования электроэнергетических режимов
- Координация и формирование сводных графиков ремонта ЛЭП и оборудования и технического обслуживания устройств на основе предложений собственников
- Рассмотрение диспетчерских заявок на изменение эксплуатационного состояния или технологического режима работы ЛЭП, оборудования и устройств



# Управление электроэнергетическим режимом ЭЭС России в реальном времени

4

**Режим работы ГОУ СО ЭЭС (подробная форма)**  
Дата: 13.06.18 Ср Текущее время: 14:31:03

Наименование ГОУ	Мощ	ЭЭС	Средн	Макс	Мин	Резерв	Средн	Макс	Мин
ЭЭС Сибирь	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	10000

**Сальдо ОЭС**  
Дата: 13.06.18 Ср Время: 14:35:47

Сальдо	Факт	Откл.	План интер.	План +1 ч.	Потр.	Г, Гц	Температура ОЭС	ОДУ
Восток	-559	125	-684	-584	3618	50,021	14	17
Сибирь	13	-212	225	277	21635	49,971	26	29
Урал	-445	339	-784	-817	28516	49,972	15	11
Тюмень	-1208	111	-1319	-1324	9962	-	11	-
Средняя Волга	-437	16	-453	-417	12653	49,972	18	24
Центр	-3134	-37	-3171	-3171	26518	49,971	20	20
Юг	-717	-176	-539	-492	11548	49,972	27	26
Северо-Запад	-1808	31	-1839	-1917	10127	49,970	13	15
1 синх. зона ЭЭС России без Сибири	-275	169	-444	-472	89351	-	-	-
Северный Казахстан+Актыбинск	-802	81	-883	-888	-	-	-	-
Казахстан	-739	118	-857	-859	9474	49,978	-	-
Центральная Азия	99	99	0	-	-	-	-	-
Балтия	416	-27	443	457	3406	-	-	-
Латвия	-327	24	-351	-309	941	-	-	21
Литва	-	-	-	-	-	-	-	-
Эстония	-	-	-	-	-	-	-	-
Беларусь	-	-	-	-	-	-	-	-
Украина (без НР)	-	-	-	-	-	-	-	-

**Нагрузка и выработка ГЭС**  
Дата: 13.06.18 Ср

Наименование ГЭС	Факт	ПЕР (Т)		Р макс	Резерв		Средн. час
		П	Т+1		Ризр	Запр	
Иргинская	42	42	42	0	42	42	0
Рыбинская	180	176	176	0	311	180	123
Новгородская	284	260	147	0	455	284	253
Чибовская	284	280	280	0	470	284	188
Новоивановская	442	420	420	0	460	442	0
Жигулевская	2335	2331	2331	189	2332	2335	317
Саратовская	1162	1115	1119	60	1165	1162	0
Волжская	2136	1979	1979	480	2554	1736	429
Кинская	546	528	552	50	540	546	0
Волжская	915	860	860	0	935	919	18
Черышская	323	276	339	0	1088	323	877
Иргинская	393	400	400	375	400	394	1
Беловская	1747	1725	1820	1820	2684	1747	1720
Бранская	2042	1991	1997	950	3258	1997	1216
Ась-Ивановская	2211	2123	2147	880	3128	1411	909
Красноярская	2793	2818	2810	2680	5225	2793	2432
Саяно-Шушенская	4833	4998	4990	0	5888	4833	1887

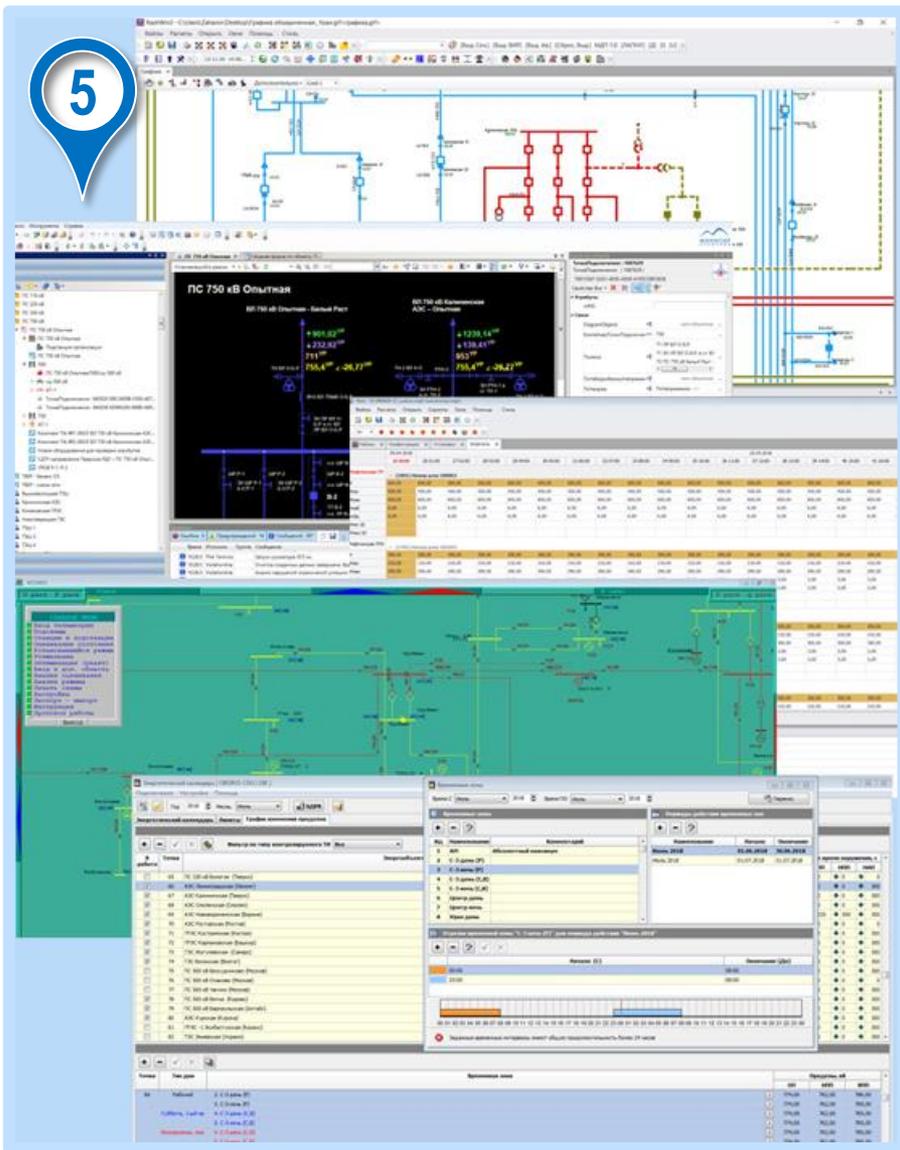
**ПОТРЕБЛЕНИЕ 1 СИНХРОННОЙ ЗОНЫ ЭЭС Р**  
Дата: 13.06.2018 14:43:18

График потребления в синхронной зоне ЭЭС России за 13 июня 2018 года. Ось X: время (0:00 до 13:00). Ось Y: потребление (кВт). Легенда: Потребление 1 синх. зоны ЭЭС России без Сибири, Потребление 1 синх. зоны ЭЭС России без Сибири (заданный интервал), Потребление 1-ой синхронной зоны ЭЭС России, Потребление 1-ой синхронной зоны ЭЭС России за типовую дату (приравнена к 50 Гц).

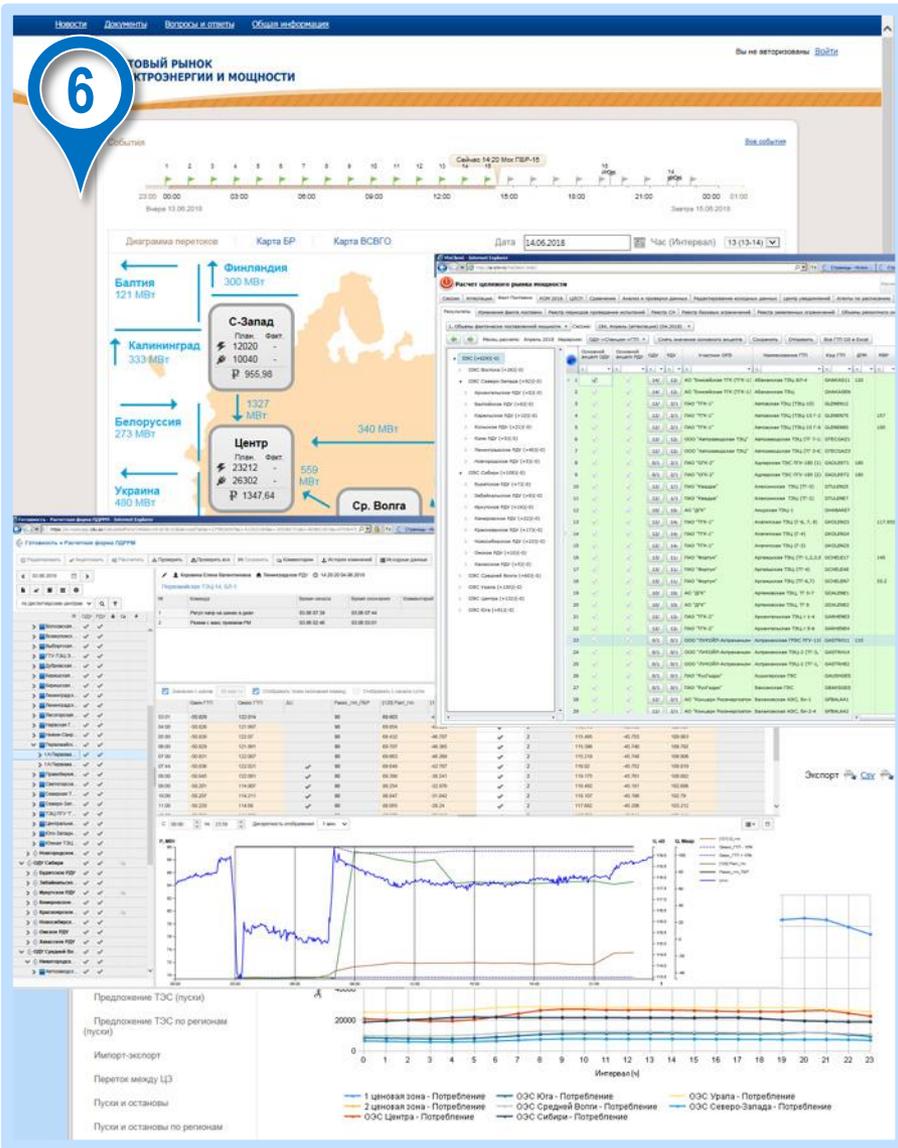
Типовая дата: 04 Июнь 2018 год  
Дальше час  
Потребление 1 синх. зоны ЭЭС России без Сибири (заданный интервал)

- Определение и выдача оптимальных управляющих воздействий (диспетчерских команд и распоряжений) для изменения электроэнергетического режима ЭЭС России
- Распределение нагрузки между электростанциями в режиме реального времени
- Регулирование напряжения и частоты
- Производство переключений в электроустановках, в том числе с использованием средств телеуправления
- Координация вывода оборудования в ремонт ЛЭП, оборудования и устройств
- Координация ввода в работу нового (реконструированного) генерирующего и сетевого оборудования
- Предотвращение развития и ликвидация нарушений нормального режима работы энергосистемы

5

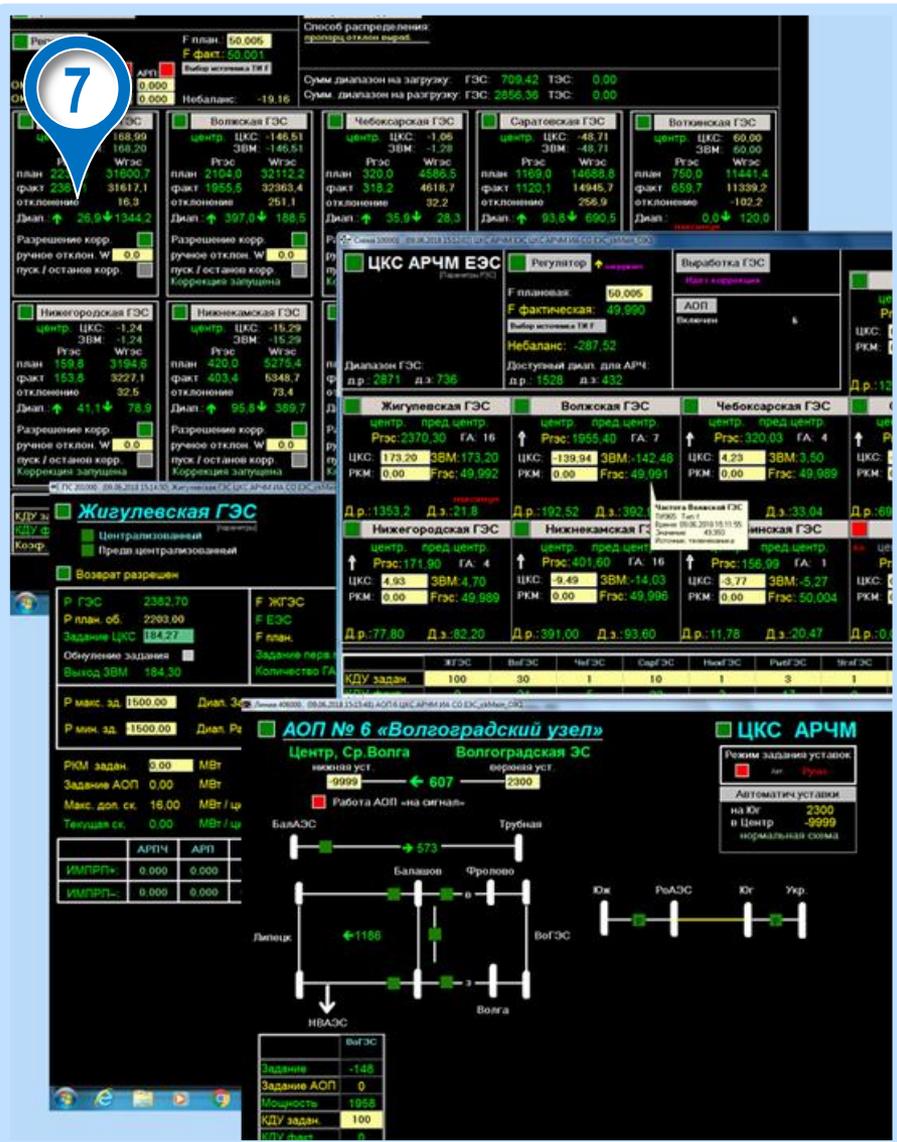


- Создание и сопровождение расчетных моделей энергосистем для проведения расчетов установившихся режимов, статической и динамической устойчивости
- Определение допустимых параметров электроэнергетического режима
- Оценка состояния энергосистем
- Расчет установившихся режимов, статической устойчивости и динамической устойчивости с моделированием возможных схемно-режимных ситуаций и нормативных аварийных возмущений
- Определение состава контролируемых сечений
- Определение максимально допустимых и аварийно допустимых перетоков активной мощности в контролируемых сечениях
- Определение контрольных пунктов по напряжению в электрической сети энергосистемы и графиков напряжения в них



- Актуализация расчетной модели для РСВ и проведение расчетов ВСВГО и БР
- Проведение ежегодных долгосрочных конкурентных отборов мощности (КОМ)
- Организация проведения конкурентных отборов мощности новых генерирующих объектов (КОМ НГО)
- Определение объемов мощности, поставленной на оптовый рынок
- Организация участия в рынке мощности покупателей с ценозависимым снижением потребления (ЦЗСП)
- Обеспечение функционирования рынка системных услуг
- Организация представления в расчетных моделях ЕЭС России, используемых в рыночных процедурах, физических объектов участников рынка
- Организация функционирования системы формирования данных технологического учета (замещающей информации), используемых для проведения финансовых расчетов на оптовом рынке при отсутствии данных коммерческого учета

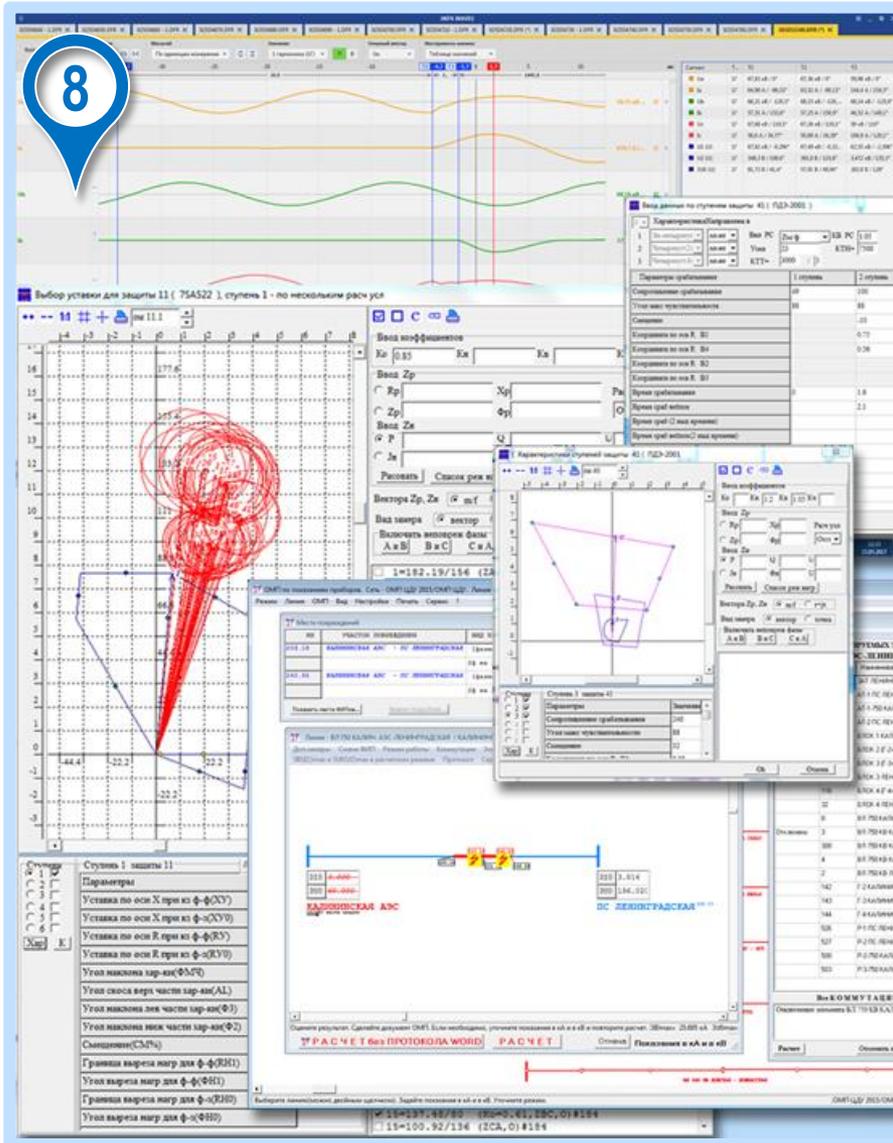
# Развитие и обеспечение автоматического управления электроэнергетическим режимом ЕЭС России



- Автоматическое управление электроэнергетическим режимом посредством централизованных систем автоматического регулирования частоты и активной мощности (ЦС АРЧМ)
- Определение принципов и алгоритмов автоматического управления объектами генерации
- Определение и задание настроек ЦС АРЧМ
- Размещение вторичных резервов на электростанциях, управляемых от ЦС АРЧМ
- Контроль функционирования ЦС АРЧМ в процессе управления электроэнергетическим режимом
- Определение идеологии построения ЦС АРЧМ в ЕЭС России, разработка нормативно-методическую базу, выполняет подключение электростанций под управление ЦС АРЧМ



8



- **Определение принципов действия, разработка технических решений и требований к оснащению объектов электроэнергетики устройствами РЗА и их функционированию, расчет параметров настройки (уставок)**
- **Выбор параметров настройки (уставок) и алгоритмов функционирования устройств и комплексов РЗА, выдача заданий на создание или модернизацию РЗА**
- **Выполнение расчетов токов КЗ**
- **Определение мест размещения противоаварийной автоматики, алгоритмов функционирования и управляющих воздействий, параметров настройки и выдача заданий на их реализацию**
- **Координация настройки РЗА, работ по модернизации и внедрению новых устройств и комплексов РЗА**
- **Создание и обеспечение функционирования ЦСПА**
- **Применение технологии синхронизированных векторных измерений в задачах управления электроэнергетическим режимом ЕЭС России**



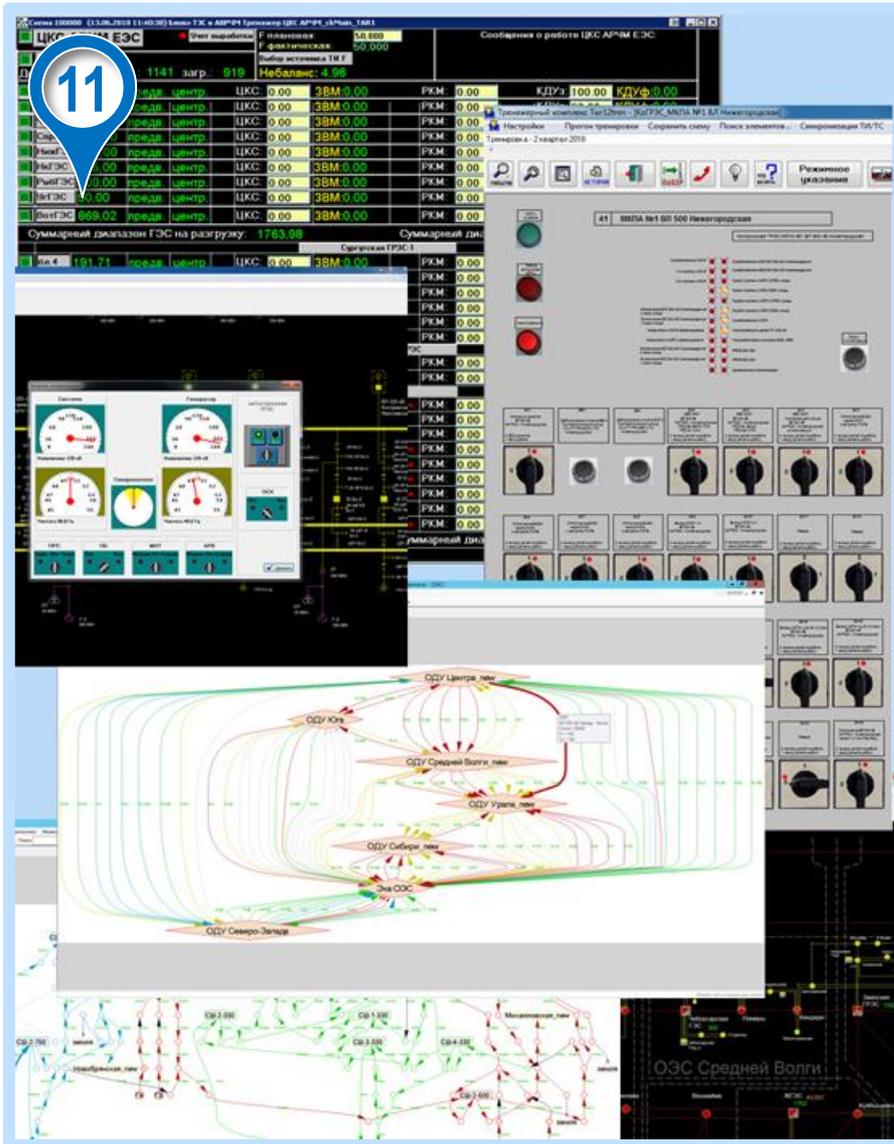
9



- Мониторинг соблюдения требований надежности функционирования ЕЭС России и аварийности на объектах электроэнергетики ЕЭС России
- Расследование причин аварий в составе комиссий Ростехнадзора или собственников объектов электроэнергетики
- Организация ведения отраслевой базы аварийности в электроэнергетике
- Анализ показателей аварийности на оборудовании объектов электроэнергетики
- Разработка противоаварийных мероприятий по повышению надежности работы ЕЭС России и контроль за их выполнением



- Управление режимами параллельной работы ЕЭС России с энергосистемами иностранных государств
- Обеспечение регулирования частоты в энергообъединении стран-участниц синхронной зоны
- Участие в разработке и реализации внешней политики отрасли и внешней энергетической политики России, в развитии мировой электроэнергетики
- Научно-техническое сотрудничество



- Тренажерная подготовка диспетчерского персонала. Применение тренажерных комплексов, моделирующих режим работы энергосистемы и аварийные возмущения, выполнение оперативных переключений
- Разработка и проведение противоаварийных тренировок
- Повышение квалификации по программам дополнительного профессионального образования
- Развитие и совершенствование методов подготовки
- Проведение профессионального мастерства диспетчерского персонала, оперативного персонала, эксплуатирующего инженерные системы, администраторов ОИК
- Взаимодействие с ВУЗами в части подготовки молодых специалистов

## Очередная конференция о технологической деятельности Системного оператора 19 июля 2018 года

### Темы:

- Управление электроэнергетическим режимом ЕЭС России в реальном времени
- Технологии расчета электрических режимов. Формирование расчетных моделей, расчет и анализ перспективных, текущих и аварийных электроэнергетических режимов
- Краткосрочное планирование электроэнергетического режима ЕЭС России

Регистрация на сайте АО «СО ЕЭС»

[www.so-ups.ru](http://www.so-ups.ru)