



# **Технические средства оперативно диспетчерского и технологического управления в электроэнергетических системах**

## ***Основы оперативно-диспетчерского управления электроэнергетическими системами***

***Канд. техн. наук доцент Ножин Л.Э.***

***Тел. +7 921 967-92-55, E-mail [nozhin.l@gmail.com](mailto:nozhin.l@gmail.com)***



## Важнейшие понятия

**Энергетическая система (энергосистема)** - совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединённых между собой и связанных общностью режимов в непрерывном процессе производства, преобразования, передачи и распределения электрической и тепловой энергии при общем управлении этим режимом.

**Единая энергетическая система России (ЕЭС России)** - совокупность производственных и иных имущественных объектов электроэнергетики, связанных единым процессом производства (в том числе производства в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии) и передачи электрической энергии в условиях централизованного оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике

**Объекты электроэнергетики** – имущественные объекты, непосредственно используемые в процессе производства и передачи электроэнергии, оперативно-диспетчерском управлении в электроэнергетике и в сбыте электроэнергии, в том числе объекты электросетевого хозяйства.



## Важнейшие понятия

---

### ***Оптовый рынок электрической энергии (мощности)***

***ОРЭМ*** - сфера обращения особого товара – электрической энергии (мощности) в рамках Единой энергетической системы России в границах единого экономического пространства Российской Федерации с участием крупных производителей и крупных покупателей электрической энергии (потребителей, сбытовых компаний, перепродавцов и др.), получивших статус субъекта оптового рынка и действующих на основе правил оптового рынка, утверждаемых в соответствии с Федеральным законом правительством Российской Федерации. Критерии отнесения производителей и покупателей электрической энергии к категории крупных производителей и крупных покупателей устанавливаются правительством Российской Федерации.



---

**Единая энергетическая система  
Российской Федерации (ЕЭС России).  
Структура оперативно-диспетчерского  
управления ЕЭС России.**



# ЕЭС России и ЕНЭС – технологическая инфраструктура ОРЭМ

---

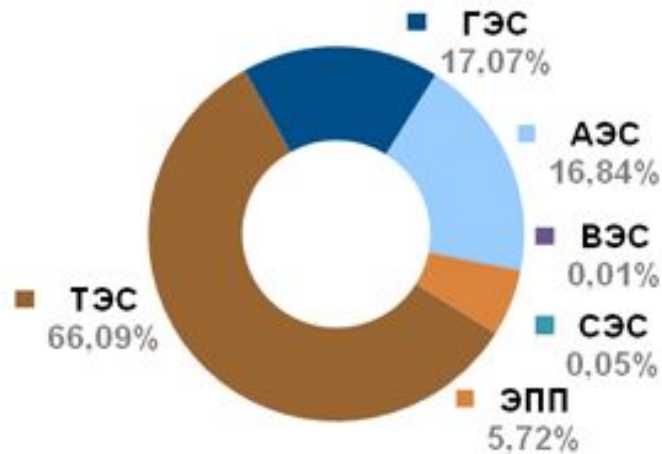
**Единая энергетическая система России (ЕЭС России)** - совокупность производственных и иных имущественных объектов электроэнергетики, связанных единым процессом производства (в том числе производства в режиме комбинированной выработки электрической и тепловой энергии) и передачи электрической энергии в условиях централизованного оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике

**Единая национальная (общероссийская) электрическая сеть (ЕНЭС)** - комплекс электрических сетей и иных объектов электросетевого хозяйства, принадлежащих на праве собственности или на ином предусмотренном федеральными законами основании субъектам электроэнергетики и обеспечивающих устойчивое снабжение электрической энергией потребителей, функционирование оптового рынка, а также параллельную работу российской электроэнергетической системы и электроэнергетических систем иностранных государств

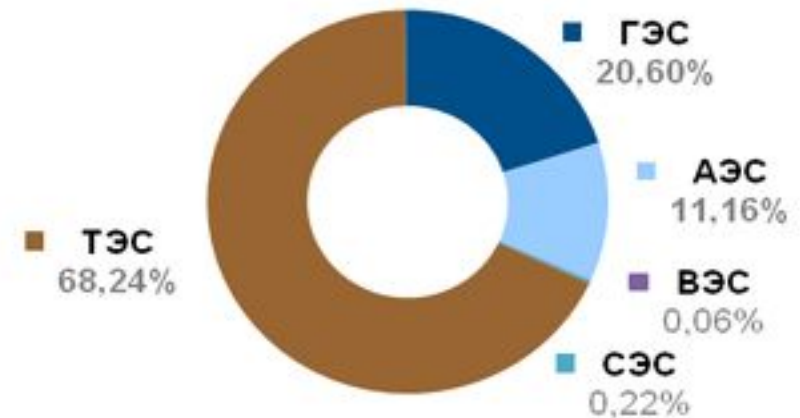




# Основные итоги работы ЕЭС России в 2017 году



Структура выработки электроэнергии в ЕЭС России, % (на 01.01.2018 года)



Структура установленной мощности электростанций ЕЭС России, % (на 01.01.2018 года)

**Выработка 1 053 861,5** млн·кВт·ч

•ТЭС: **611 341,5** млн·кВт·ч

•ГЭС: **178 901,6** млн·кВт·ч

•АЭС: **202 642,4** млн·кВт·ч

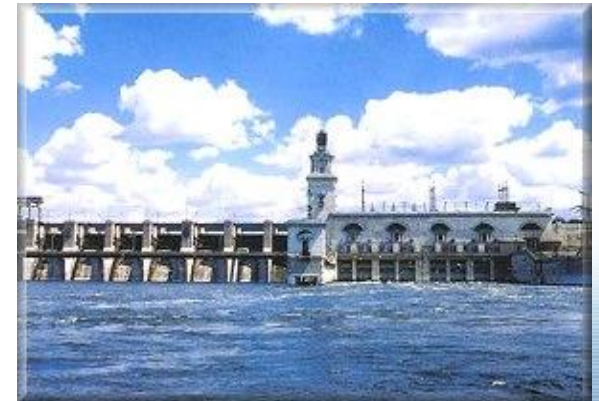
**Потребление 1 039 879,9** млн·кВт·ч

**Сальдо -13 982,1** млн·кВт·ч



## Принцип организации оперативно-диспетчерского управления

**Общий принцип организации** оперативно-диспетчерского управления исходит из следующего положения:  
Единая энергетическая система России представляет собой единый сложный высокоавтоматизированный технологический комплекс, состоящий из нескольких параллельно работающих объединенных энергосистем (ОЭС) и региональных электроэнергетических систем, связанных общим режимом и единой системой технологического (диспетчерского и автоматического) управления.







## Что такое оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике (ОДУ)

---

В соответствии с **Федеральным законом «Об электроэнергетике» № 35-ФЗ от 26.03.2003:**

***Оперативно-диспетчерское управление в электроэнергетике*** - комплекс мер по централизованному управлению технологическими режимами работы объектов электроэнергетики и энергопринимающих устройств потребителей электроэнергии, если эти объекты и устройства влияют на электроэнергетический режим работы ЭЭС и включены соответствующим субъектом оперативно-диспетчерского управления в перечень объектов, подлежащих такому управлению.



# Системный оператор ЕЭС России (СО ЕЭС)

---

**Системный оператор** - специализированная организация, осуществляющая единоличное управление технологическими режимами работы объектов электроэнергетики и уполномоченная на выдачу оперативных диспетчерских команд и распоряжений, обязательных для всех субъектов оперативно-диспетчерского управления, субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии с управляемой нагрузкой.

В соответствии с **Федеральным законом «Об электроэнергетике» № 35-ФЗ от 26 марта 2003 года**, в Единой энергетической системе России функции Системного оператора выполняет ОАО «СО ЕЭС».

# Оперативно-диспетчерское управление Единой энергетической системой России

ОАО Системный оператор Единой энергетической системы (ОАО «СО ЕЭС») – специализированная организация, которая единолично осуществляет централизованное оперативно-диспетчерское управление в Единой энергетической системе (ЕЭС) России.

В структуру Системного оператора входят:

- Центральное диспетчерское управление (ЦДУ) в структуре Исполнительного аппарата, г. Москва;
- 7 Объединенных диспетчерских управлений (ОДУ);
- 49 Региональных диспетчерских управлений (РДУ).



# Системный оператор сегодня

- 57 Диспетчерских центров – Главный диспетчерский центр в Москве, 7 ОДУ и 49 РДУ
- Оперативно-диспетчерское управление всеми объектами в составе ЕЭС России на территории 81 субъекта Российской Федерации в 9 часовых зонах от Дальнего Востока до Калининграда
- Инновационная технологическая корпорация, обладающая значительным научным и интеллектуальным потенциалом
- Координатор внедрения в электроэнергетике современных информационных и телекоммуникационных технологий, систем противоаварийной и режимной автоматики
- Управление параллельной синхронной работой ЕЭС России с энергосистемами 10 государств (Азербайджан, Белоруссия, Грузия, Казахстан, Киргизия, Молдавия, Монголия, Латвия, Литва, Таджикистан, Узбекистан, Украина, Эстония)
- Участник межгосударственных соглашений и комиссий: БРЭЛЛ, КОТК (комиссии по оперативно-технологической координации) в рамках Электроэнергетического совета СНГ, двухсторонних договоров о межграничных электрических связях с Финляндией и Монголией



---

## **Задачи и функции оперативно-диспетчерского управления в энергосистемах**



# Условия нормальной работы энергосистемы

**Нормальная работа энергосистем** возможна только при четко функционирующей системе оперативно-диспетчерского управления их режимами. Необходимость эффективной системы управления обусловлена следующими важнейшими свойствами энергосистем:

1. **Значимость** производимого продукта не только в сфере материального производства, но и при обеспечении безопасных и комфортных условий работы и проживания больших групп людей;
2. **Сложность** производственной структуры, большой объем производимой продукции, разнообразие основного оборудования с разными технико-экономическими характеристиками и, как следствие, возможность ведения допустимых, но не оптимальных режимов с перерасходом энергоресурсов;
3. **Непрерывность** процессов производства, распределения и потребления электрической энергии;
4. **Быстрота** протекания технологических процессов;
5. Наличие условий **повышенной опасности** для здоровья и жизни людей, эксплуатирующих оборудование самих энергосистем.



## Задачи оперативно-диспетчерского управления

В соответствии с «**Правилами технической эксплуатации электрических станций и сетей**» диспетчерское управление должно обеспечить:

- а) **удовлетворение потребности** в электрической и тепловой энергии, т. е. соблюдение графика распределения нагрузок между электростанциями с учетом экономичности и рентабельности работы энергосистемы;
  - б) **бесперебойность электроснабжения** потребителей и **надежность** работы энергосистемы и отдельных ее элементов;
  - в) **качество энергии**: частоту и напряжение электрического тока, давление и температуру отпускаемых потребителям пара и горячей воды, удовлетворяющих установленным нормам.
- Подобные же функции возлагаются на ОДУ в отношении энергетических объединений и на ЦДУ в отношении всей энергетики страны.



# Основные функции Системного оператора

В части **обеспечения надежного функционирования ЕЭС** в реальном времени:

- оперативное управление режимом энергосистем в реальном времени;
- формирование диспетчерского графика нагрузок электростанций;
- управление режимами параллельной работы ЕЭС России и энергосистем зарубежных государств;
- участие в контроле фактического технического состояния объектов энергетики и расследовании нарушений, влияющих на системную надежность ЕЭС;
- создание и обеспечение функционирования системы резервных диспетчерских центров;
- развитие и обеспечение функционирования систем автоматического управления режимом и противоаварийной автоматики;
- анализ устойчивости энергосистемы, расчет допустимых потоков мощности по отдельным сетевым элементам и их группам.





# Основные функции Системного оператора

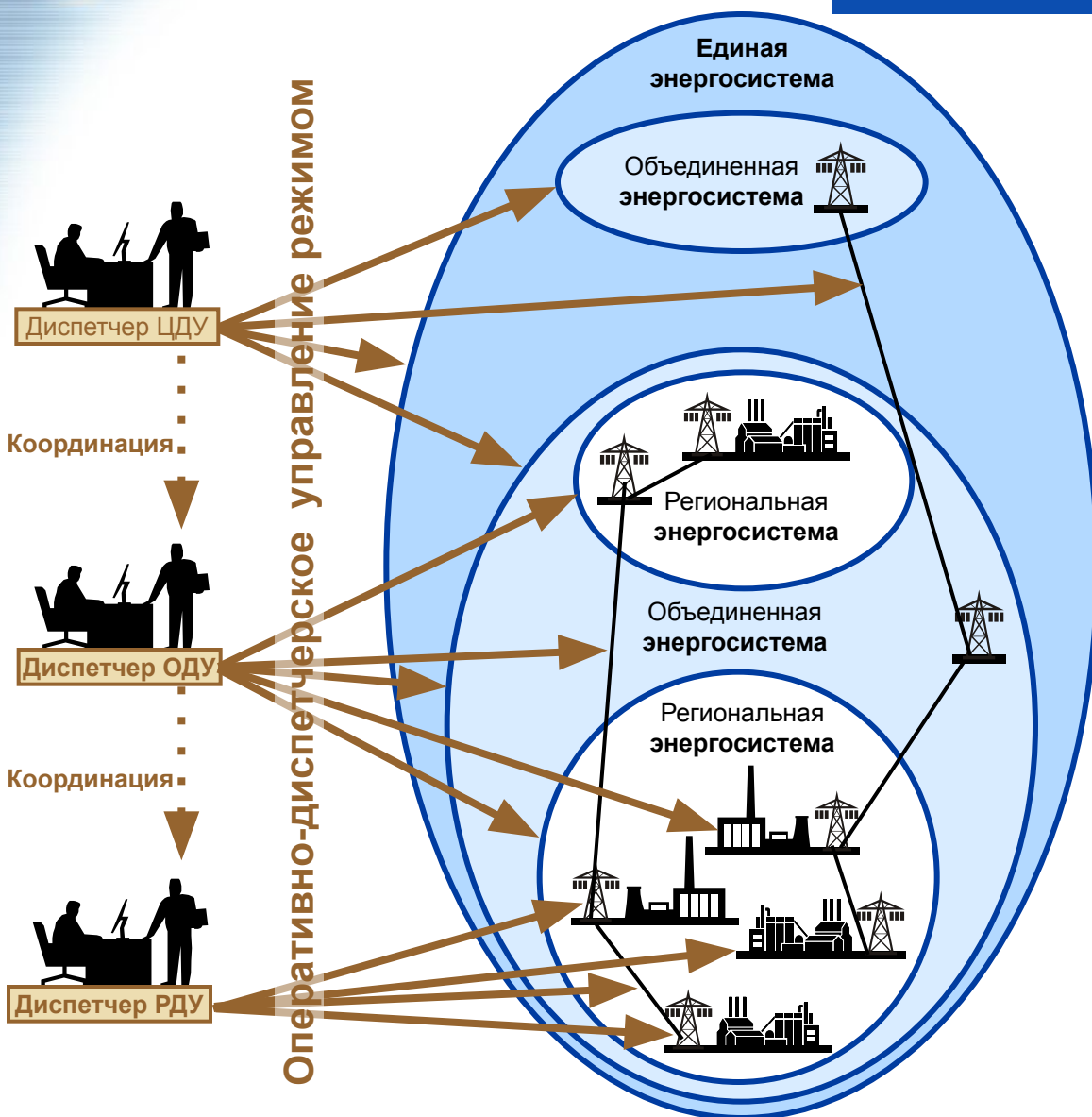
В части технологического обеспечения **функционирования оптового рынка электроэнергии и мощности:**

- совершенствование и дальнейшая формализация внутренних деловых процессов, влияющих на участников рынков, с целью повышения эффективности и прозрачности работы рынков;
- совершенствование нормативной базы и регламентов работы рынков;
- обеспечение работы оптовых рынков электроэнергии, мощности и системных услуг.

В части обеспечения **перспективного планирования и развития** энергосистемы:

- расчет и анализ ожидаемых балансов электроэнергии и мощности;
- анализ и согласование планов перспективного развития энергетических систем;
- координация плановых ремонтов оборудования электростанций и сетей;
- координация и мониторинг инвестиционной деятельности **в** электроэнергетике.

# Уровни полномочий Системного оператора



## Центральное диспетчерское управление:

- **Зона диспетчерской ответственности** – территория Российской Федерации, за исключением технологически изолированных энергосистем.
- **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:

- **Зона диспетчерской ответственности** – территория одного или нескольких федеральных округов.
- **Основная задача** – круглосуточное управление режимом территориального объединения и региональных энергосистем, входящих в его состав, контроль работы электростанций и объектов электросетевого хозяйства, оказывающих существенное влияние на изменение параметров режима в рамках объединенной энергосистемы.

## Региональное диспетчерское управление:

- **Зона диспетчерской ответственности** – территория одного или нескольких субъектов Российской Федерации.
- **Основная задача** – круглосуточное управление режимом региональной энергосистемы и согласованной работы всех входящих в нее энергетических объектов.



---

## **Основные понятия, определения и термины оперативно-диспетчерского управления в ЕЭС России**



## Основные определения в оперативно-диспетчерском управлении

**Электроэнергетическая система (энергосистема)** - совокупность электростанций, электрических и тепловых сетей, соединённых между собой и связанных общностью режимов в непрерывном процессе производства, преобразования, передачи и распределения электрической и тепловой энергии при общем управлении этим режимом.

**Электроэнергетическая система - это основное технологическое звено всего энергетического производства.**

**Электроэнергетический режим энергосистемы** - единый процесс производства, преобразования, передачи и потребления электрической энергии в энергосистеме, характеризуемый его техническими параметрами, состоянием объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок потребителей электрической энергии (включая схемы электрических соединений объектов электроэнергетики).



## Основные определения в оперативно-диспетчерском управлении

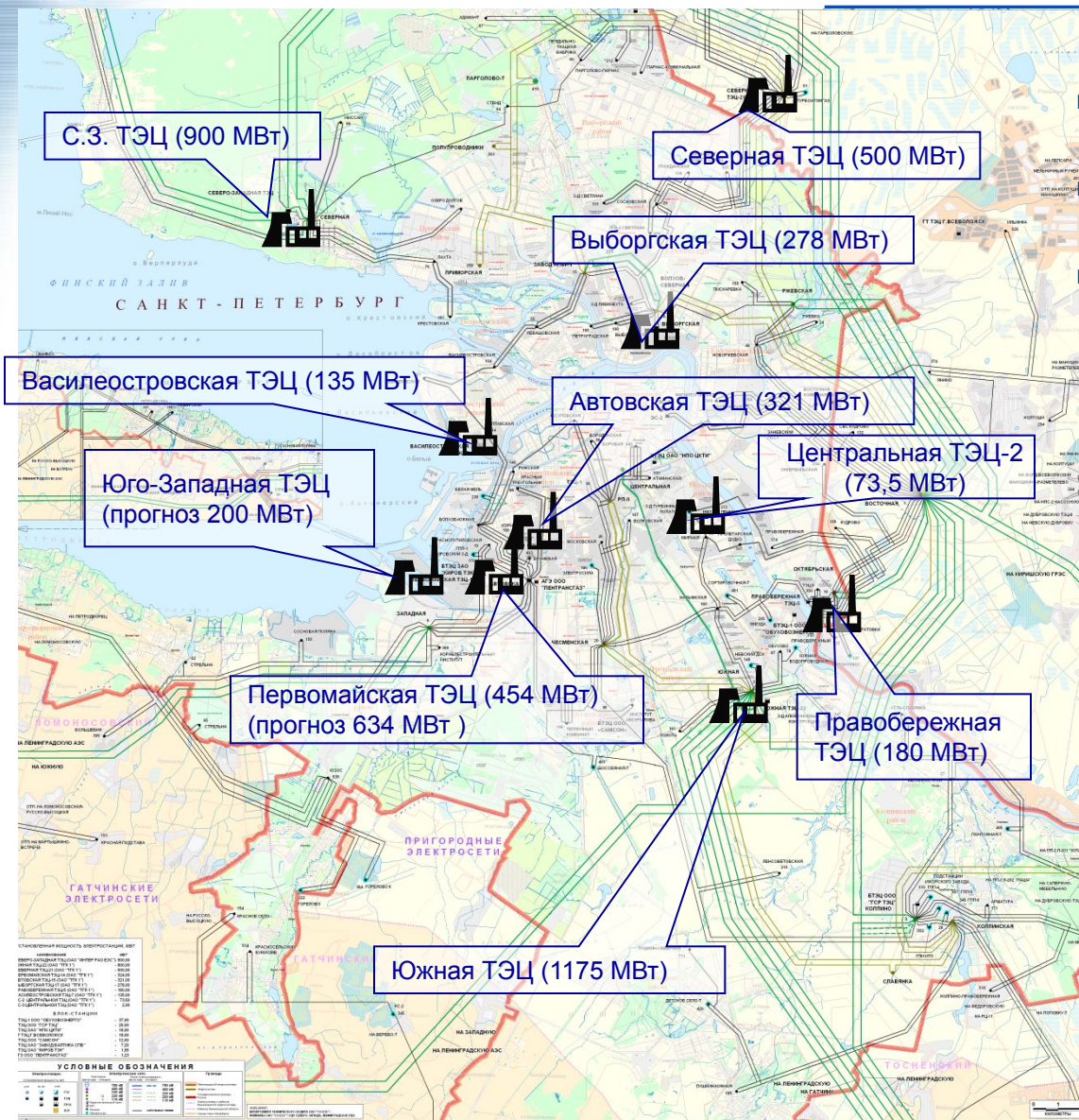
**Диспетчерский центр** - структурное подразделение организации – субъекта оперативно-диспетчерского управления, осуществляющее в пределах закрепленной за ним операционной зоны (или зоны диспетчерской ответственности) управление режимом энергосистемы.

**Операционная зона (ОЗ)** – это территория, в границах которой расположены объекты электроэнергетики и энергопринимающие установки потребителей электрической энергии, **управление взаимосвязанными режимами** которых осуществляет соответствующий диспетчерский центр (ДЦ).

- ОЗ Ленинградского РДУ – территория Санкт-Петербурга и Ленинградской области;
- ОЗ Карельского РДУ – территория республики Карелия;
- ОЗ ОДУ Северо-Запада – территория республик Коми и Карелия, Архангельской, Ленинградской, Мурманской, Новгородской, Псковской, Калининградской областей и города Санкт-Петербурга.



# Операционная зона Ленинградского РДУ – энергосистема г. Санкт-Петербурга и Ленинградской области



Электроэнергетический комплекс образуют:

- 339 электрических подстанции 110-750 кВ;
- 396 линии электропередачи 110-750 кВ,
- 36 электростанций мощностью 5 МВт и выше;

Установленная мощность на 01.11.2011г. – 11 486,58 МВт (5,15 % к ЕЭС, 51,26 % к ОЭС)

Выработка электроэнергии за 2010 г. – 56 716 млн кВт\*ч (5,64 % к ЕЭС, 55,95 % к ОЭС)

Потребление электроэнергии за 2010 г. – 43 393 млн кВт\*ч (4,39 % к ЕЭС, 46,8 % к ОЭС)

Крупные потребители (более 40 МВт) – 17 с суммарной установленной мощностью 6 050 МВт

Энергокомпании:

- ОАО «ОГК-6», ОАО «ТГК-1»,
- ОАО «Концерн Росэнергоатом»,
- ОАО «ИНТЕР РАО ЕЭС», ОАО «ФСК ЕЭС»,
- ОАО «Ленэнерго», ОАО «СПбЭС», ОАО «ЛОЭСК»



## Основные определения в оперативно-диспетчерском управлении

Поскольку электроэнергетическая система является основным технологическим звеном всего энергетического производства, то в составе Единой электроэнергетической системы выделяют следующие структурные единицы:

- **объединенная энергосистема (ОЭС)** - совокупность нескольких территориальных энергосистем;
- **территориальная (или региональная) энергосистема** – энергосистема в пределах территории одного или нескольких субъектов Российской Федерации;
- **энергорайон** - часть одной или нескольких территориальных энергосистем;
- **объекты электроэнергетики** - имущественные объекты, непосредственно используемые в процессе производства, передачи электроэнергии, оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике и сбыта электроэнергии, в том числе объекты электросетевого хозяйства.



# Основные определения в оперативно-диспетчерском управлении

Субъекты оперативно-диспетчерского управления - это:

**Системный оператор Единой энергетической системы России (СО)** - специализированная организация, осуществляющая единоличное управление технологическими режимами работы объектов электроэнергетики и уполномоченная на выдачу оперативных диспетчерских команд и распоряжений, обязательных для всех субъектов оперативно-диспетчерского управления, субъектов электроэнергетики и потребителей электроэнергии с управляемой нагрузкой.

**Диспетчерский центр (ДЦ)** – структурное подразделение организации - субъекта оперативно-диспетчерского управления, осуществляющее в пределах закрепленной за ним операционной зоны управление электроэнергетическим режимом энергосистемы.

**Диспетчерский персонал** – работники (диспетчеры), уполномоченные от имени субъекта оперативно-диспетчерского управления отдавать диспетчерские команды подчиненному оперативному персоналу ЦУС и оперативному персоналу энергообъектов по управлению электроэнергетическим режимом





# Основные определения в оперативно-диспетчерском управлении

Субъекты оперативно-диспетчерского управления - это:

- **Центр управления сетями (ЦУС)** - структурное подразделение сетевой компании, уполномоченное на осуществление оперативного управления и оперативного ведения подведомственными объектами электрических сетей в пределах закрепленной за ним зоны эксплуатационной ответственности.
- **Оперативный персонал ЦУС** – работники (диспетчеры) уполномоченные от имени сетевой организации отдавать команды подчиненному оперативному персоналу энергообъектов на осуществление в отношении подведомственных объектов электрических сетей мероприятий, обеспечивающих их эксплуатацию
- **Оперативный персонал энергообъекта** – работники (дежурные), уполномоченные субъектом электроэнергетики на осуществление в отношении принадлежащего ему оборудования объекта электроэнергетики мероприятий, обеспечивающих его эксплуатацию;
- **Иные субъекты ОДУ:** электростанции, крупные подстанции, крупные потребители электроэнергии



## Диспетчерское управление/ведение

---

Для каждого уровня оперативно-диспетчерского управления устанавливаются две категории управления оборудованием:

- **Диспетчерское управление** – организация управления технологическими режимами и эксплуатационным состоянием объектов электроэнергетики или энергопринимающих установок потребителей электрической энергии, при которой указанные технологические режимы или эксплуатационное состояние изменяются только по диспетчерской команде диспетчера соответствующего ДЦ.
- **Диспетчерское ведение** – организация управления технологическими режимами и эксплуатационным состоянием объектов электроэнергетики или энергопринимающих установок потребителей электрической энергии, при которой указанные технологические режимы или эксплуатационное состояние изменяются только по согласованию с соответствующим ДЦ.



## Кто решает кому и чем управлять в энергосистеме?

- Каждый ДЦ в закрепленной за ним **операционной зоне составляет** перечень ЛЭП, оборудования и устройств РЗА в отношении которого ДЦ осуществляет диспетчерское управление (ведение) - перечень объектов диспетчеризации
- **Перечень объектов диспетчеризации** - это основной документ, регламентирующий распределение оборудования по принципу управления и ведения (утверждается главным диспетчером соответствующего ДЦ)
- Все объекты диспетчеризации в Перечне указываются со своими диспетчерскими наименованиями. Для оборудования и ЛЭП, в случае наличия, дополнительно указывается сокращенное диспетчерское наименование
- Информация о включении объектов в перечень объектов диспетчеризации доводится в письменном виде до сведения соответствующих субъектов оперативно-диспетчерского управления и субъектов электроэнергетики.



## Диспетчерские команды и распоряжения

---

Оперативно-диспетчерское управление электроэнергетическим режимом энергосистемы осуществляется посредством диспетчерских команд и диспетчерских распоряжений, а также путем выдачи диспетчерских согласований.

- **Диспетчерская команда** - указание совершить (воздержаться от совершения) конкретное действие (действия) по управлению технологическими режимами работы и эксплуатационным состоянием объектов электроэнергетики или энергопринимающих установок потребителей электрической энергии с управляемой нагрузкой, выдаваемое диспетчером вышестоящего диспетчерского центра по каналам связи диспетчеру нижестоящего диспетчерского центра или дежурному работнику.



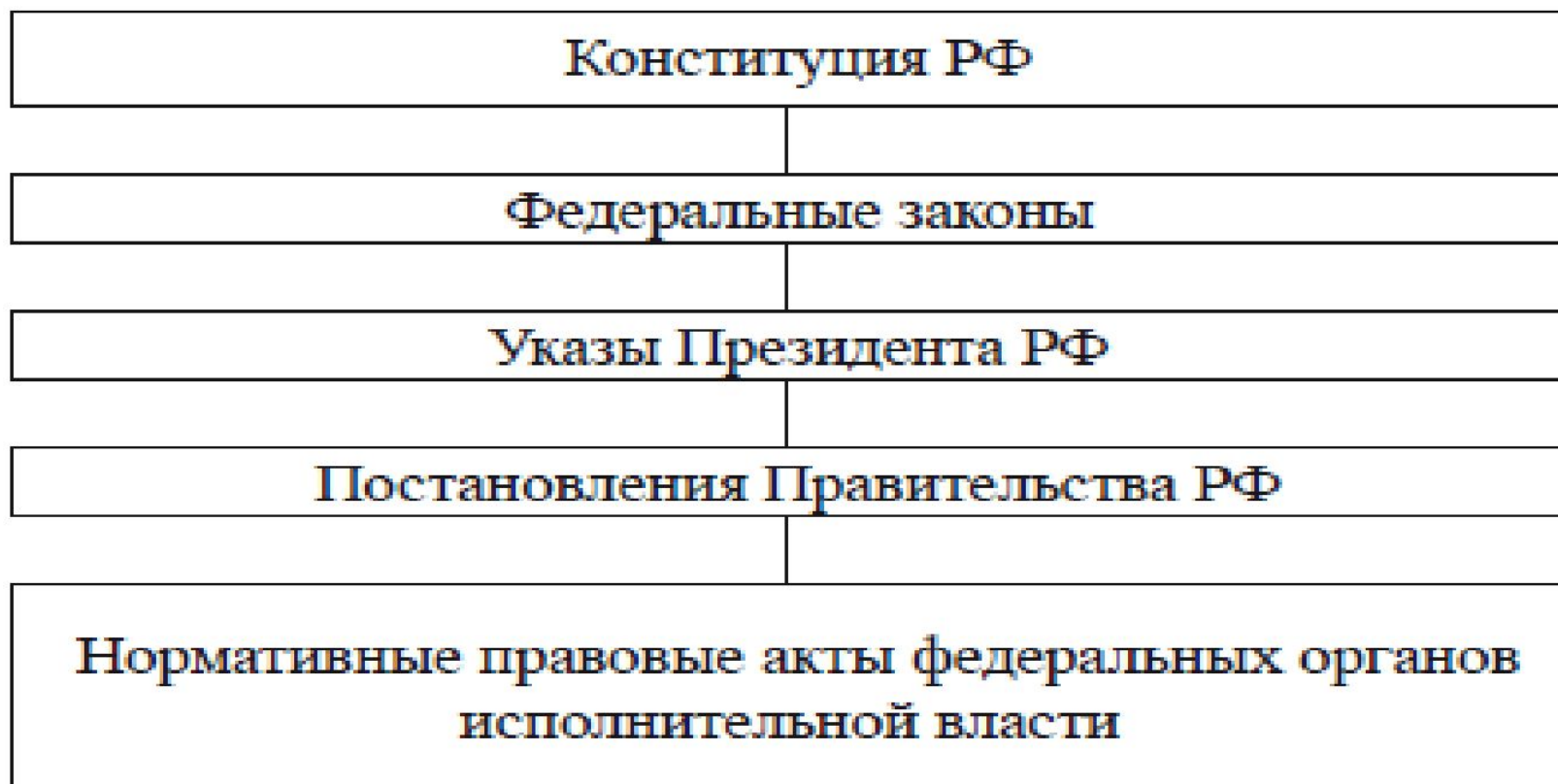
## Диспетчерские команды и распоряжения

- **Диспетчерское распоряжение** - документ, определяющий содержание, порядок и сроки осуществления конкретных действий, связанных с управлением технологическими режимами работы и эксплуатационным состоянием объектов электроэнергетики или энергопринимающих установок потребителей электрической энергии с управляемой нагрузкой, выдаваемый вышестоящим диспетчерским центром нижестоящему диспетчерскому центру, субъекту электроэнергетики или потребителю электрической энергии с управляемой нагрузкой.
- **Диспетчерское согласование** - разрешение, выдаваемое диспетчером вышестоящего диспетчерского центра по каналам связи диспетчеру нижестоящего диспетчерского центра или дежурному объекта электроэнергетики.



# Структура законодательства об электроэнергетике

Оперативно-диспетчерское управление должно производиться по общим правилам и стандартам, что обеспечивает однозначность и согласованность действий персонала множества субъектов управления.





# Конституция Российской Федерации »

## Раздел 1 Конституции »

### Глава 3. Федеративное устройство »

Статья 71 Конституции России

Статья 71 Конституции РФ в действующей редакции на 2017 год:

В ведении Российской Федерации находятся:

.....

и) федеральные энергетические системы, ядерная энергетика, расщепляющиеся материалы; федеральные транспорт, пути сообщения, информация и связь; деятельность в космосе;

Источник: <http://konstrf.ru/71>

- № 147-ФЗ от 17.08.95 «О естественных монополиях»  
в редакции от 29.07.2017
- № 138-ФЗ от 14.11.02 Гражданский процессуальный кодекс Российской Федерации в редакции от 30.10.2017
- № 35-ФЗ от 26.03.03 «Об электроэнергетике» в редакции от 29.07.2017





## **Важнейшие постановления правительства Российской Федерации**

---

- № 854 от 27.12.04 (с текстом Правил оперативно-диспетчерского управления в энергетике) в редакции от 02.03.2017
- № 861 от 27.12.04 (с текстом Правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг) в редакции от 28.07.2017
- № 1172 от 27.12.10 г. «Об утверждении Правил оптового рынка электрической энергии и мощности» в редакции от 17.10.2017



## Нормативно-техническая документация в области оперативно-диспетчерского управления

Оперативно-диспетчерское управление электроэнергетическими режимами энергосистем строится на основе следующих основных нормативно-технических документов:

- «Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей», разд. «Оперативно-диспетчерское управление», утв. Минюст РФ;
- технические регламенты, утв. Федеральными законами;
- национальные стандарты, утв. Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии (Росстандарт);
- стандарты организации «Системный оператор»;
- договоры о присоединении к торговой системе оптового рынка (ОРЭМ), неотъемлемой частью которых является ряд Регламентов ОРЭМ в части оперативно-диспетчерского управления энергосистемами;
- и другие нормативно-технические документы (НТД).

**Полная база НТД приведена на сайте Системного оператора**

**<http://www.so-ups.ru>**



## Общие требования к техническим средствам оперативно-диспетчерского управления

Для успешного выполнения указанных функций *диспетчер должен иметь:*

- а) исчерпывающие данные о состоянии оборудования на контролируемых объектах;
- б) полную информацию о режимах работы объектов, вырабатывающих электрическую и тепловую энергию;
- в) необходимые данные о режимах работы определенных участков электрической и тепловой сети;
- г) возможность оперативного вызова для переговоров дежурного персонала контролируемых объектов;
- д) возможность непосредственного вмешательства в технологический процесс выработки и распределения энергии.

Очевидно, что нормальное функционирование энергосистемы невозможно осуществить без массового применения различных технических средств, телекоммуникационно и информационно объединенных в единую автоматизированную (включающую человека-диспетчера) систему диспетчерского и технологического управления (АСДУ).



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ**