

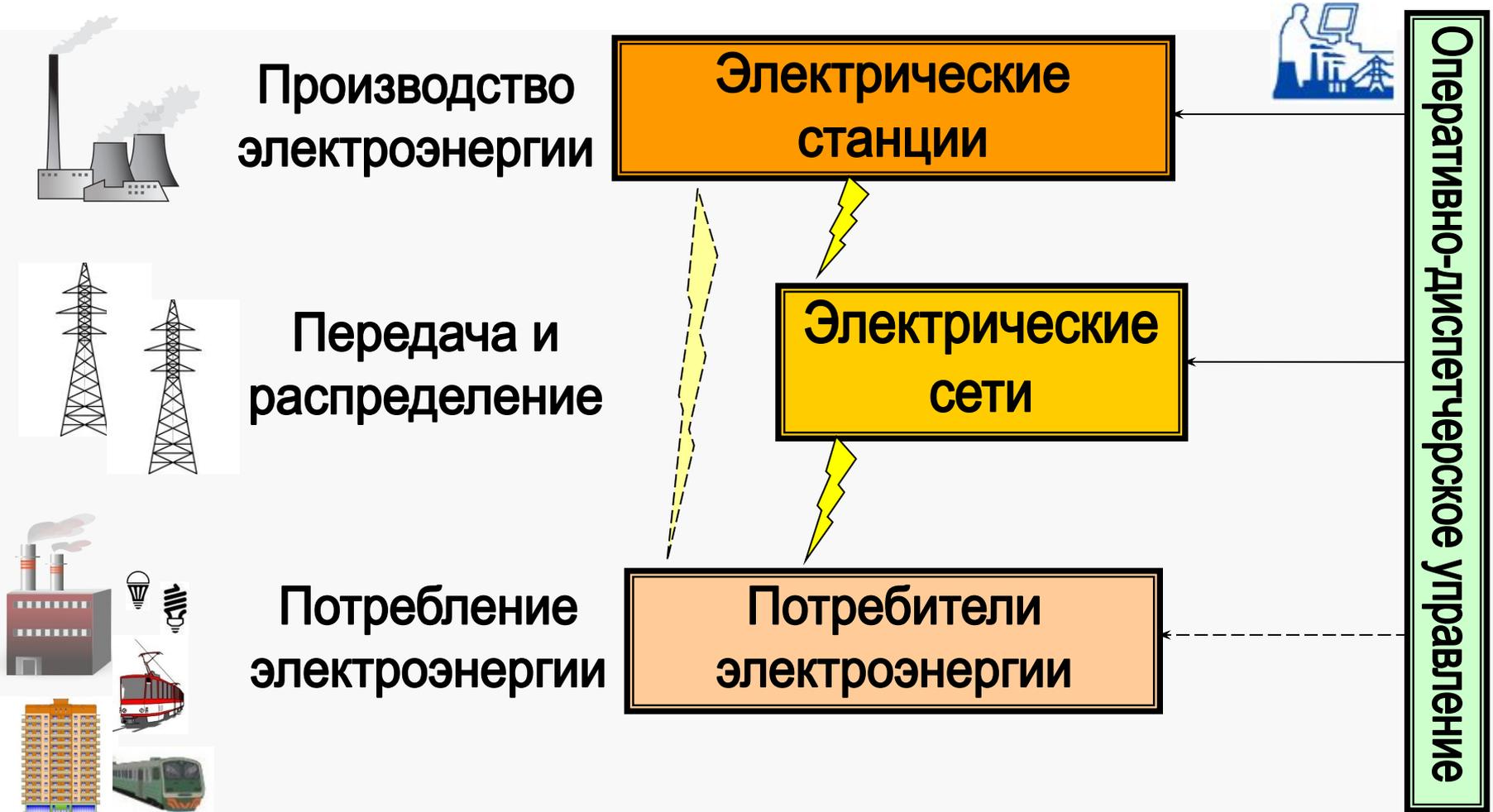
Технологическая база современной электроэнергетики

г. Москва
24 июня 2019г.

Электроэнергетика – отрасль экономики Российской Федерации, включающая в себя комплекс экономических отношений, возникающих в процессе

- производства,
- передачи электрической энергии,
- оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике,
- *сбыта* и
- потребления электрической энергии...

Электроэнергетика является основой функционирования экономики и жизнеобеспечения.



Современное электроснабжение промышленных, коммунальных и любых иных потребителей электроэнергии производится от тепловых, гидравлических и атомных электростанций, вырабатывающих электроэнергию и тепло

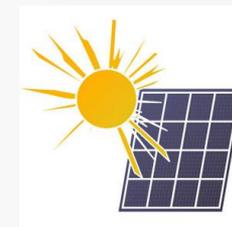
Типы электрических станций:

Традиционные (99% в РФ)

- ✓ Тепловые (ТЭЦ, КЭС, ГТУ)
- ✓ Гидравлические (ГЭС)
- ✓ Атомные (АЭС)

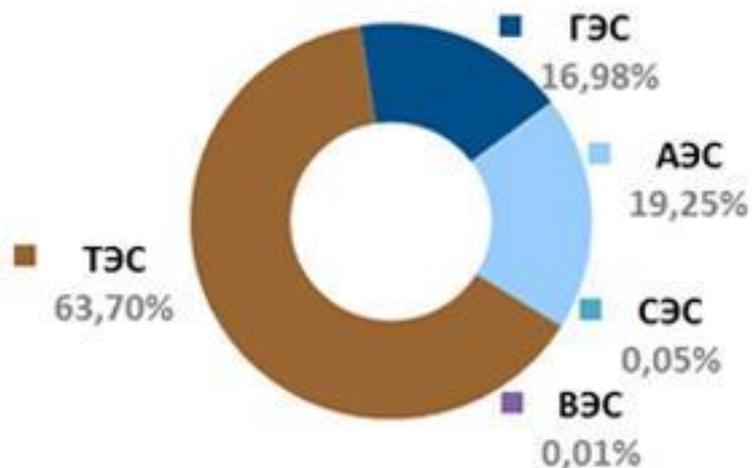
Нетрадиционные (все остальные)

- ✓ Ветряные (ВЭС)
- ✓ Солнечные (СЭС)
- ✓ Малые ГЭС (МГЭС)
- ✓ ...

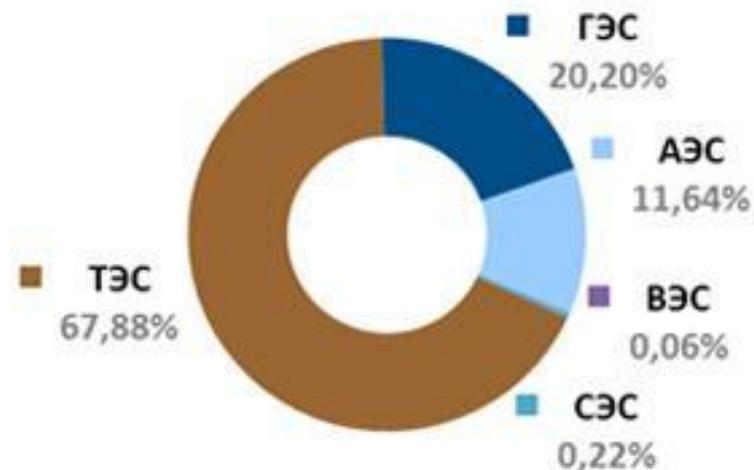


1 070,9 млрд. кВт•ч

243 243,2 МВт



Структура выработки электроэнергии в ЕЭС России, % (на 01.01.2019 года)



Структура установленной мощности электростанций ЕЭС России, % (на 01.01.2019 года)

Коэффициенты использования установленной мощности электростанций по ЕЭС России в 2018 году, %

ТЭС	ГЭС	АЭС	ВЭС	СЭС
46,51	43,27	78,41	18,29	14,65

Паро- и газовая турбина □ **турбогенератор**

Гидравлическая турбина □ **гидрогенератор**

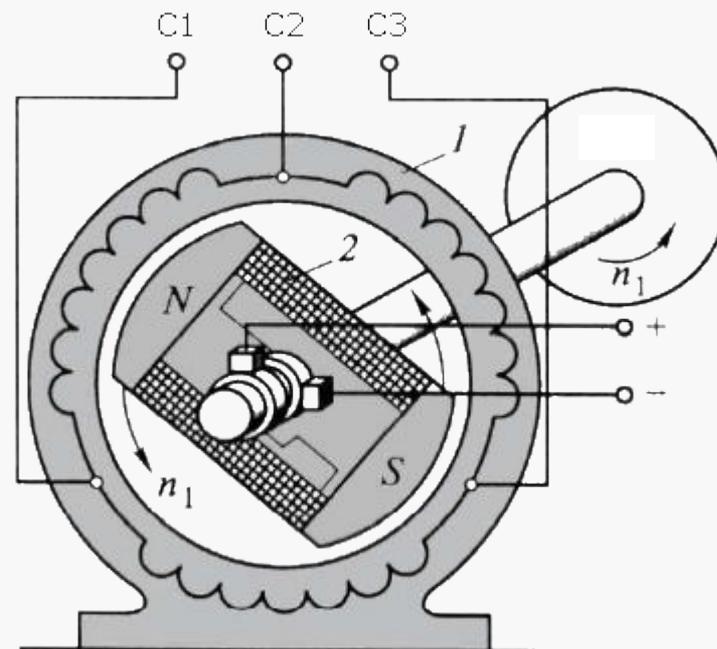
Турбогенераторы имеют число пар полюсов равное единице, значит для сети 50 Гц $n_2 = f_1/p = 50$ об/с или $n_2 = 60 \cdot f_1/p = 3000$ об/мин.

Для стран, где принята частота напряжения 60 Гц (США, Япония и др.), частота вращения ротора составит 3600 об/мин.

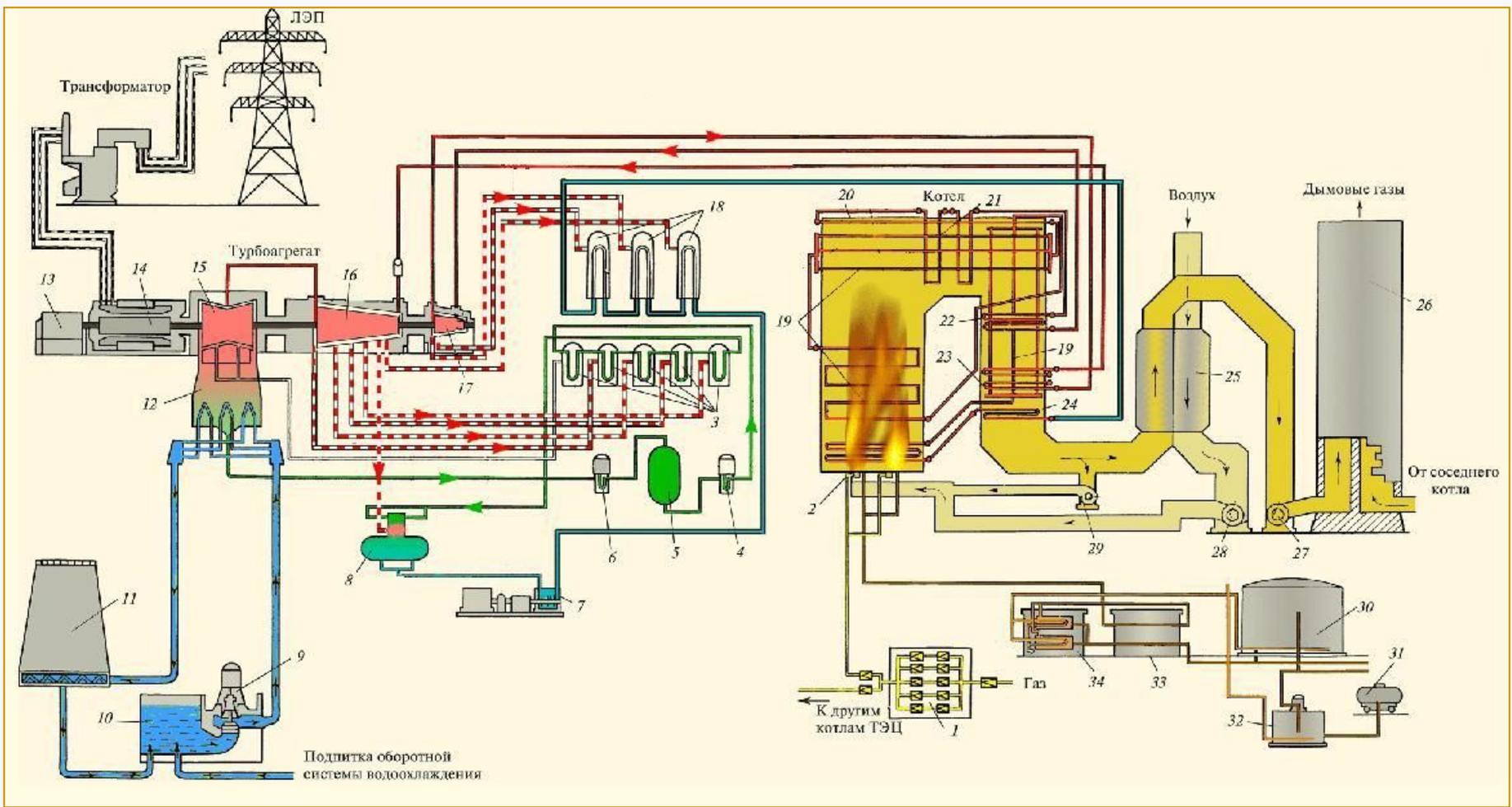
Для генераторов с большим, чем единица, числом пар полюсов (гидрогенераторы) частота вращения роторов будет частным от деления 3000 (или 3600) на число пар полюсов, об/мин:

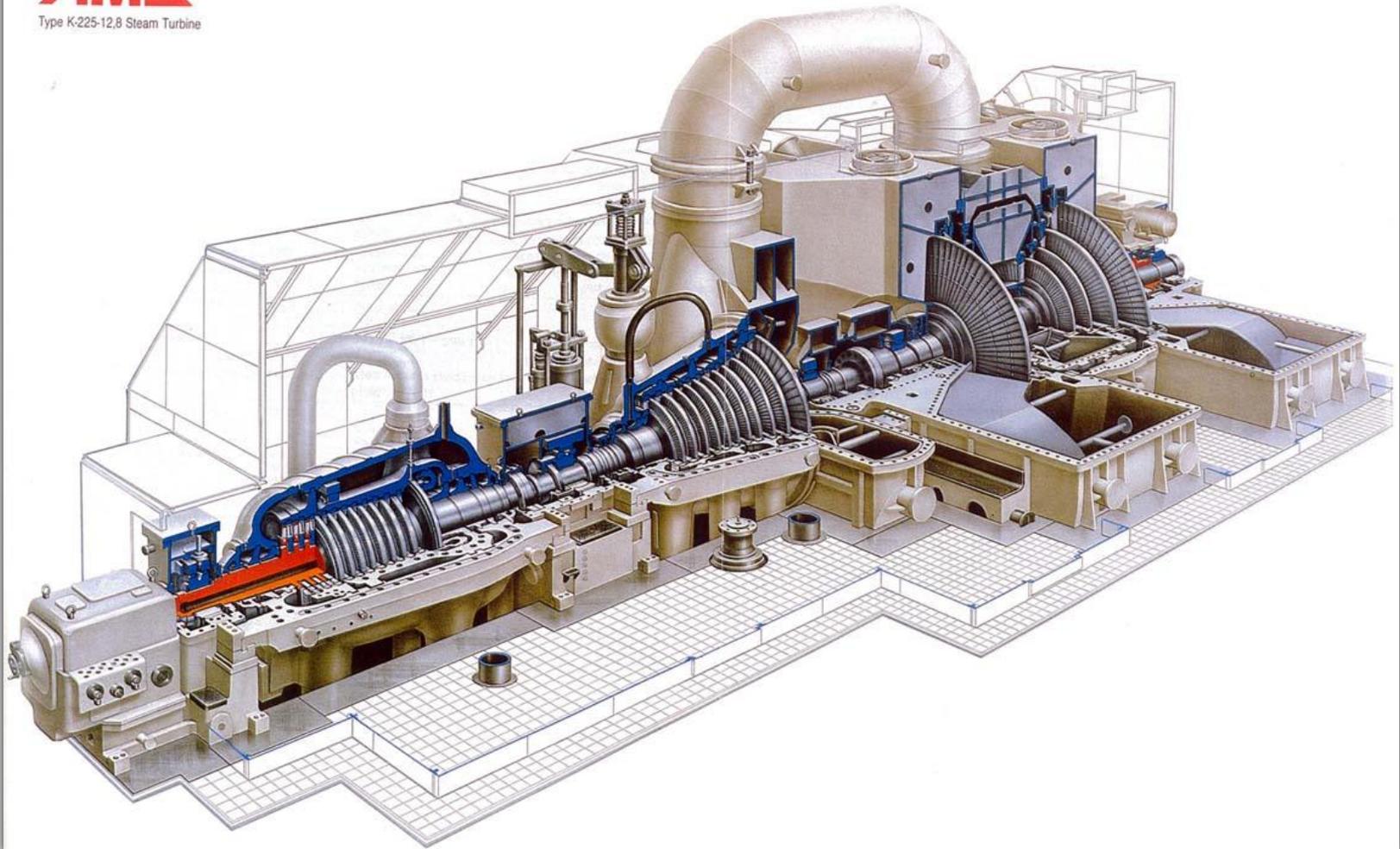
1500, 1000, 750, 600 и т.д. (для 50 Гц) или
1800, 1200, 900, 720 и т.д. (для 60 Гц).

Для гидрогенераторов $n = 50-600$ об/мин, т.е. число пар полюсов от 60 до 5



1- Статор, 2- Ротор





Водохранилище

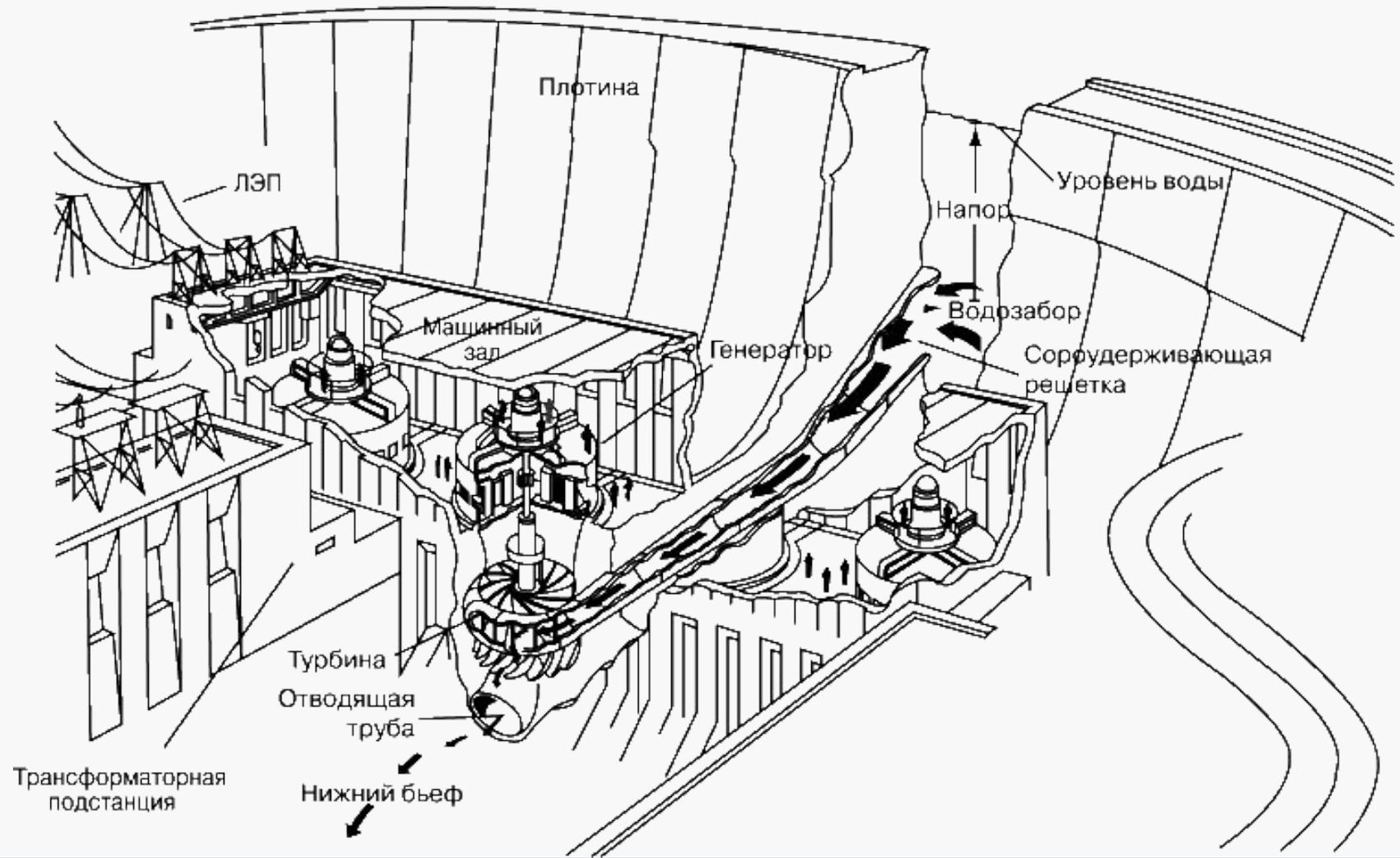
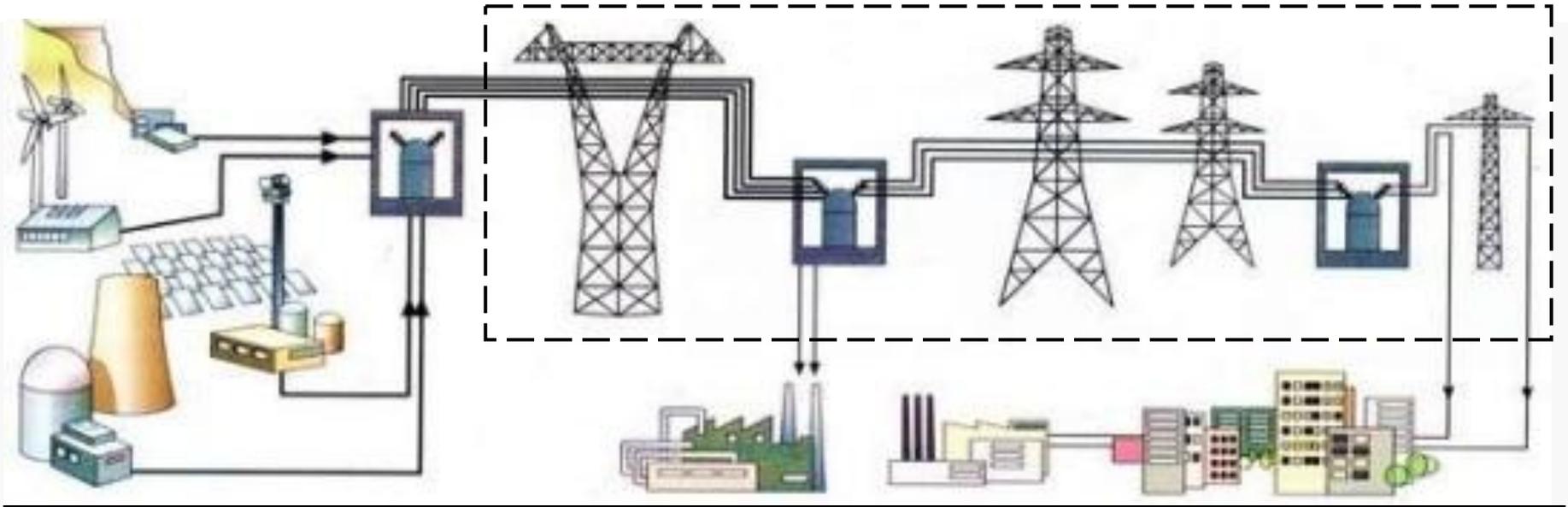
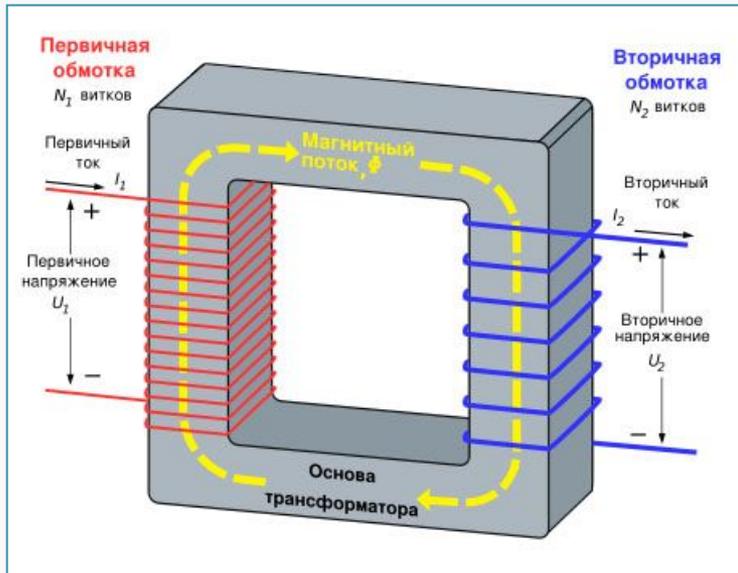


Схема ГАЭС





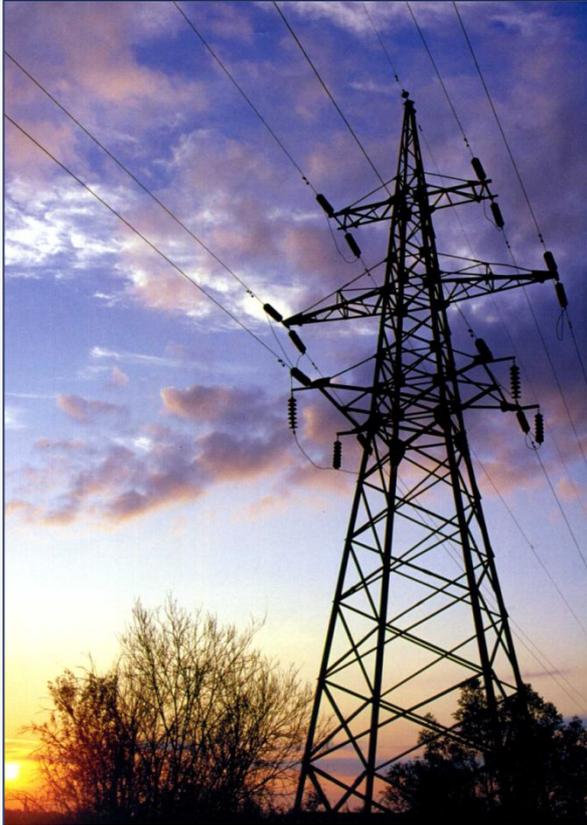
Признак	Номинальные напряжения, кВ				
	< 1	3—35	110—220	330—750	1150
Номинальное напряжение	НН	СН	ВН	СВН	УВН
Охват территории	Местные		Районные	Региональные	
Назначение	Распределительные			Системообразующие	
Характер потребителей	Городские, промышленные, сельскохозяйственные				



Принцип работы трансформатора



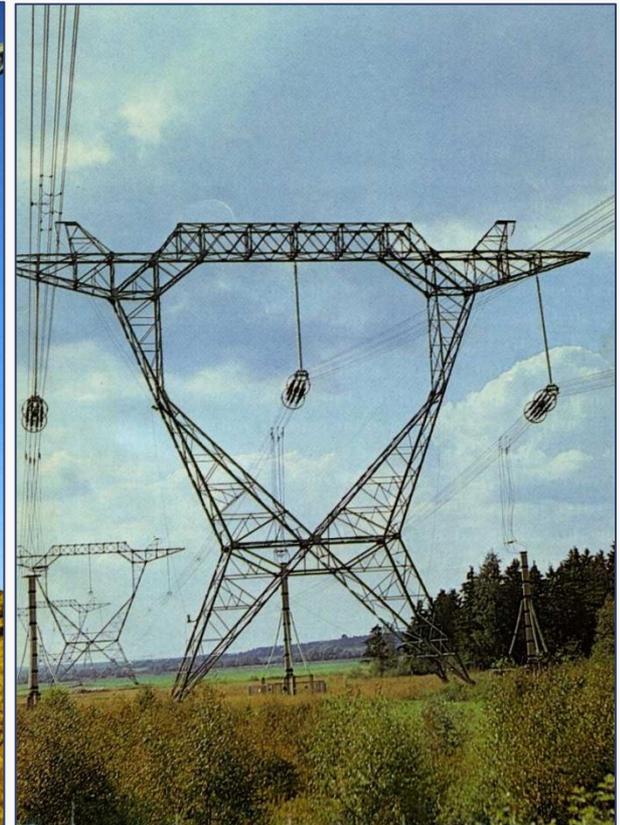
Блочный трансформатор 200МВА, 220 кВ



Двухцепная анкерная
металлическая опора
ВЛ 110 кВ



Одноцепная порталная
опора
ВЛ 500 кВ на оттяжках



Свободностоящая
металлическая опора
ВЛ 1150 кВ

УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР НП «СОВЕТ РЫНКА»

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

ПС Грибово 750/500/220/110кВ; Площадь 29,35 га;
трансформаторная мощность 4552 МВА





Временные уровни управления режимами ЭЭС

Долгосрочное планирование (на месяц, год) – прогнозирование потребления и характерных графиков нагрузки, разработка балансов мощности и электроэнергии, оптимизация планов использования энергоресурсов, решение вопросов повышения надежности и обеспечения качества электроэнергии и т.п.;

Краткосрочное планирование (на сутки, неделю) – корректировка решений первого уровня;

Оперативное управление текущими режимами – оперативное ведение текущего режима по суточным планам-графикам;

Автоматическое управление нормальными и аварийными режимами – автоматическое управление, проводимое централизованными и местными системами и устройствами автоматического регулирования режима.

Синхронные генераторы (компенсаторы)

важнейшее средство регулирования напряжения

U_г изменяется в пределах $\pm 5\%$ от U_{ном}

напряжение поддерживается автоматическим регулятором возбуждения (АРВ)

Батареи статических конденсаторов (БСК)

генерация реактивной мощности с целью управления потоками реактивной мощности и нормализации уровней напряжения

Трансформаторы, автотрансформаторы

изменение параметров ветвей схемы замещения

несколько регулировочных ответвлений

возможность изменять коэффициент трансформации

ПБВ с отключением от сети $\pm 2 \times 2,5 \%$

РПН под нагрузкой $\pm 9 \times 1,78 \%$

Генерируемая активная мощность = потребляемой активной мощности

первичное регулирование частоты

осуществляется автоматическими регуляторами частоты вращения турбин. Подразделяется на общее (ОПРЧ) и нормированное (НПРЧ).

вторичное регулирование

процесс автоматического или оперативного изменения активной мощности генерирующего оборудования для восстановления заданного значения частоты или заданного значения внешнего перетока области регулирования.

третичное регулирование

используется для восстановления резервов первичного и вторичного регулирования.

автоматическая частотная разгрузка (АЧР) - автоматическое устройство, которое отключает часть нагрузки энергосистемы в случае снижения частоты ниже допустимого уровня

Реализуется посредством противоаварийной автоматики (ПА), обеспечивающей выполнение следующих **функций**:

- предотвращение нарушения **устойчивости** (АПНУ);
- ликвидация **асинхронных режимов** (АЛАР);
- ограничение снижения или повышения частоты;
- ограничение снижения или повышения напряжения;
- предотвращение недопустимых перегрузок оборудования.

Локальная ПА

Иерархия

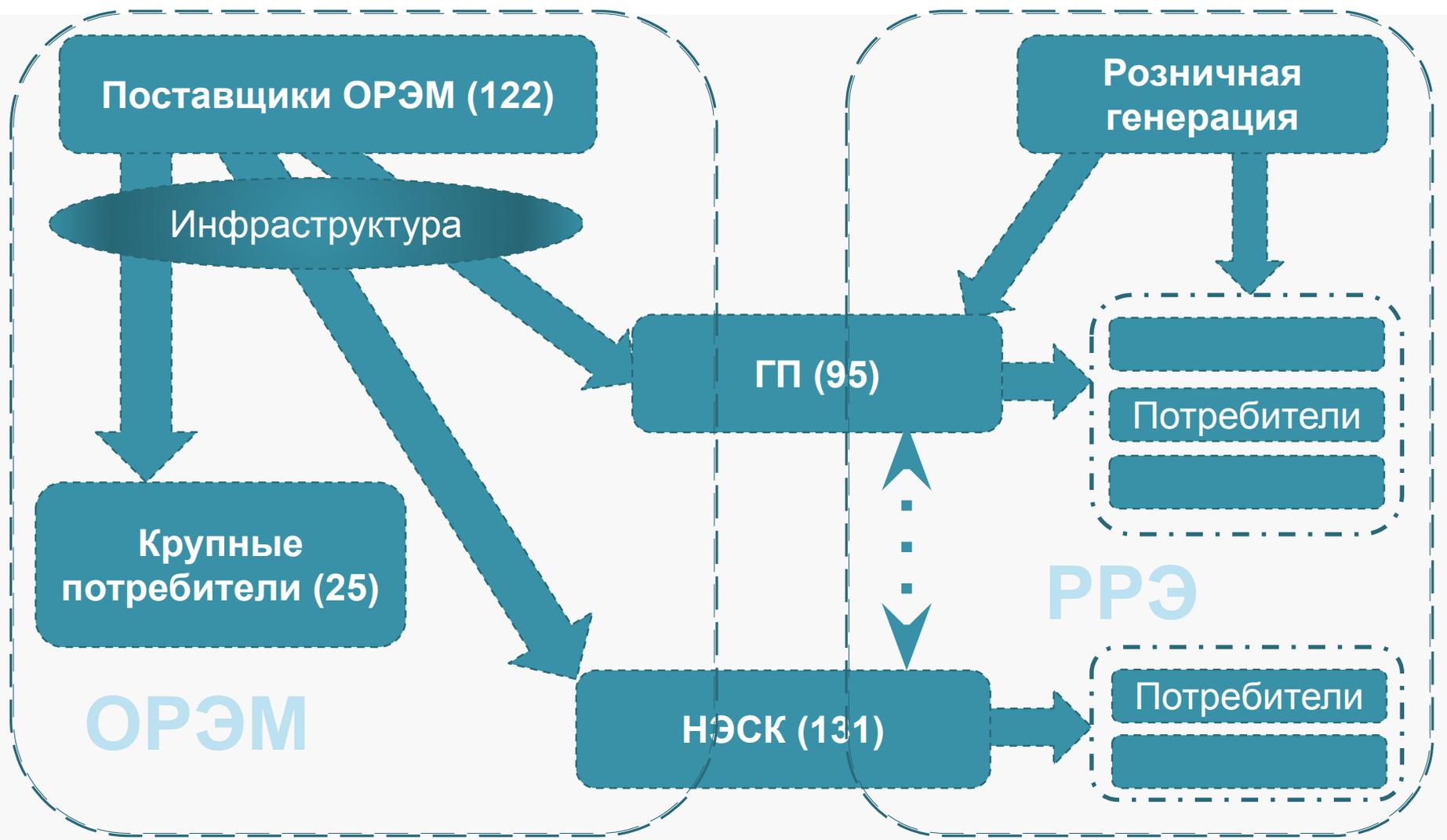
способность возвращаться к установившемуся режиму работы после различного рода возмущений

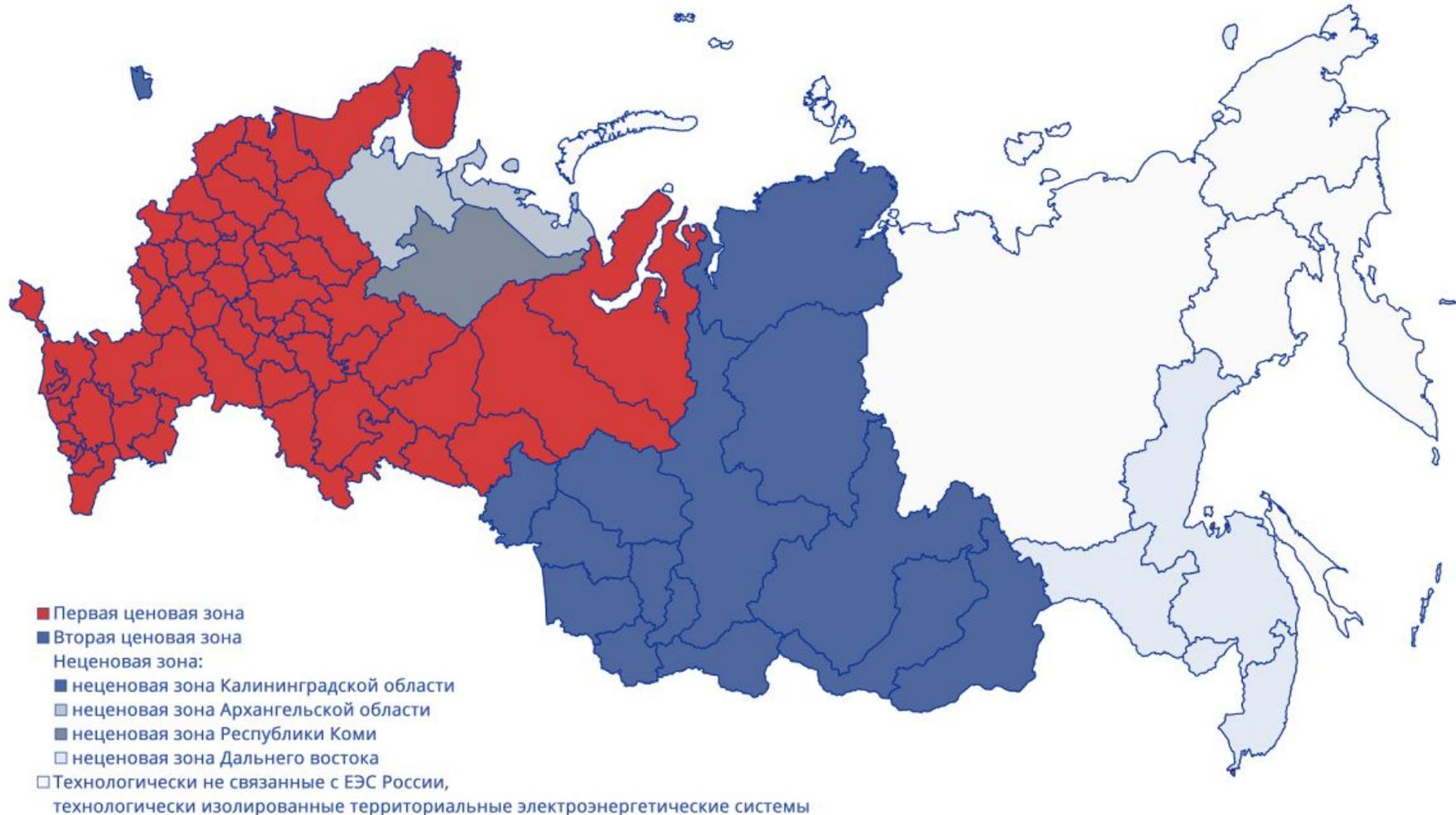
аварийный режим энергосистемы, характеризующийся несинхронным вращением части генераторов энергосистемы

Динамическая:
значительные нарушения

Статическая:
малые возмущения

Современная организационная структура электроэнергетики РФ



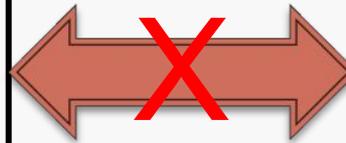


Запрет на совмещение!
(в пределах ЦЗ)

Монопольные:

Передача
электроэнергии
(электросеть)

Оперативно-
диспетчерское
управление



Конкурентные:

Производство
электроэнергии

Купля-продажа
электроэнергии
(энергосбыт)

№	Название	$N_{уст}$, ГВт	%
1.	ГЭХ	39	16
2.	Интер РАО	29,5	12,1
3.	Росэнергоатом	29,1	12
4.	РусГидро	25,2	10,4
5.	ЕвроСибЭнерго	19,5	8
6.	Т Плюс	15,7	6,5
7.		11,2	4,6
8.		9,4	3,9
...			
	Σ	243,2	

} >50%

} ~23%

Технологическая

Системный оператор

Организация по управлению ЕНЭС

Территориальные сетевые организации

Ст.31 п.1 и Ст.34

ФЗ «Об ЭЭ»

Коммерческая

Совет рынка

Коммерческий оператор (АТС)

Иная организация (ЦФР)

Ст.33 ФЗ «Об ЭЭ»

п. 2 Правил ОРЭМ
(утв. ПП РФ от
27.12.10 № 1172)

Системный оператор

специализированная организация, единолично осуществляющая централизованное оперативно-диспетчерское управление в пределах Единой энергетической системы России и уполномоченная на выдачу оперативных диспетчерских команд и распоряжений, обязательных для субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии, влияющих на электроэнергетический режим работы энергетической системы, в том числе потребителей электрической энергии с управляемой нагрузкой (Ст.12 ФЗ «Об ЭЭ»)



**СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ**



100% голосующих акций АО «СО ЕЭС» принадлежит РФ

Организация по управлению ЕНЭС

Единая национальная (общероссийская) электрическая сеть представляет собой **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.** (Ст.7 п.1)

Реестр объектов ЕНЭС ведёт Минэнерго РФ (ПП РФ от 28.10.03 № 648):
<http://minenergo.gov.ru/opendata/7705847529-register-transmission-facilities>

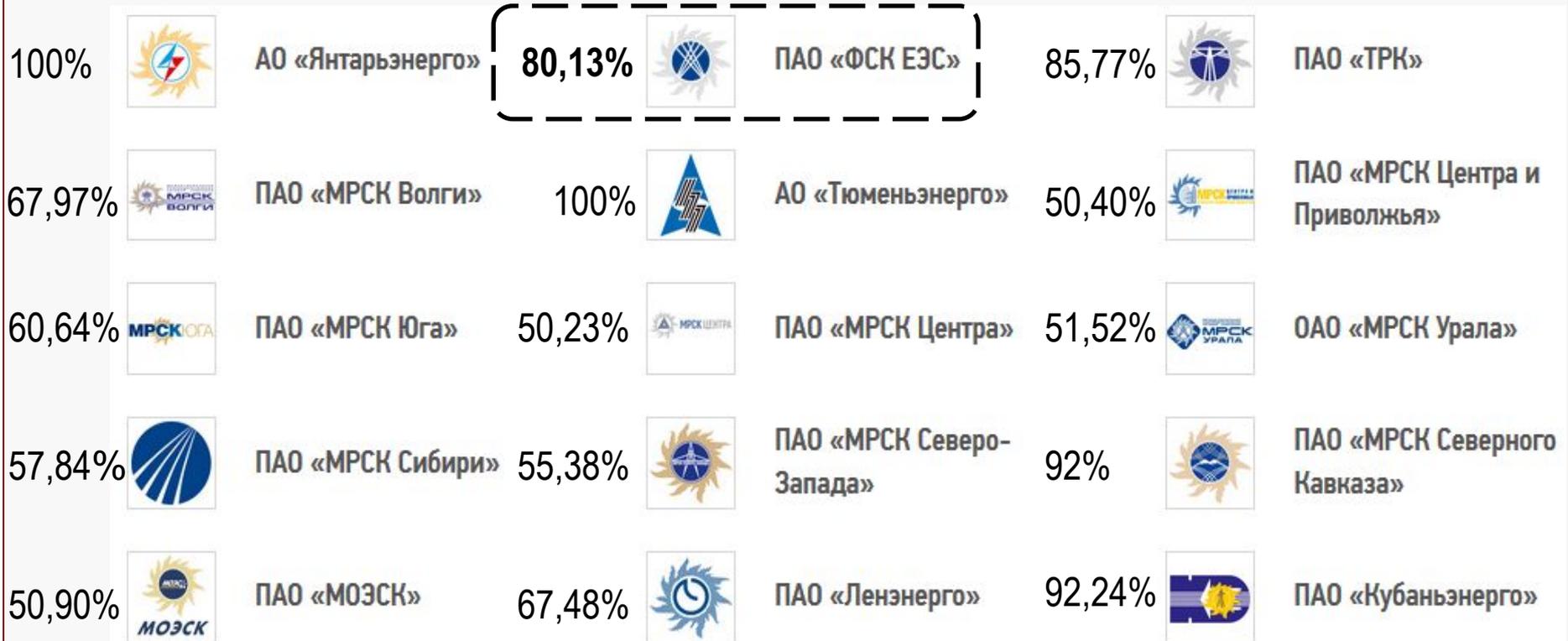
Территориальные сетевые организации

Территориальная сетевая организация - **коммерческая организация,** которая оказывает **услуги по передаче электрической энергии** с использованием объектов электросетевого хозяйства...

(Ст.3. ФЗ «Об ЭЭ»)



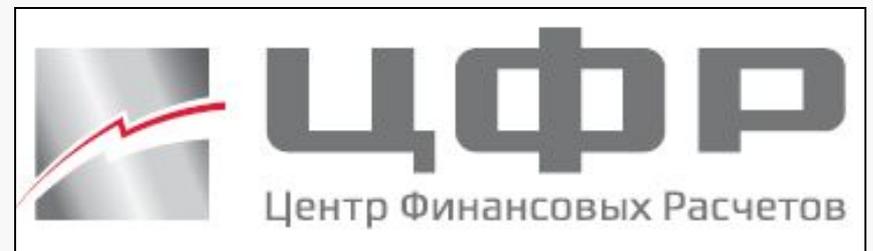
ПАО «Россети» управляет 90% магистральных (ФСК) и 70% распределительных сетей (14 дочек).
87,9 % акций ПАО «Россети» принадлежит государству.
Всего в РФ более 2000 ТСО.



УЧЕБНЫЙ ЦЕНТР НП «СОВЕТ РЫНКА»

АВТОНОМНАЯ НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

Коммерческая инфраструктура
оптового рынка



1. определение порядка ведения и ведение **реестра** субъектов оптового рынка, принятие решения о присвоении или лишении **статуса субъекта** оптового рынка;
2. разработка формы **ДОП, регламентов** оптового рынка, стандартных форм договоров ОРЭМ;
3. организация системы **урегулирования споров** между субъектами ОРЭМ;
4. осуществление **контроля** за соблюдением правил и регламентов оптового рынка субъектами оптового рынка; установление системы **санкций** в отношении субъектов ОРЭМ;
5. участие в подготовке проектов правил **оптового** и **розничных** рынков и предложений о внесении в них изменений;
6. признание генерирующих объектов функционирующими на основе использования возобновляемых источников энергии (**ВИЭ**) **квалифицированными** генерирующими объектами;
7. ведение реестра выдачи и погашения **сертификатов**, подтверждающих объем производства электрической энергии на основе использования **ВИЭ**;
8. мониторинг **ценовой ситуации** на оптовом и розничных рынках.

ОБЩЕЕ СОБРАНИЕ ЧЛЕНОВ АССОЦИАЦИИ

высший орган управления

НАБЛЮДАТЕЛЬНЫЙ СОВЕТ АССОЦИАЦИИ

постоянно действующий коллегиальный орган управления

ПРАВЛЕНИЕ АССОЦИАЦИИ

коллегиальный исполнительный орган

ПРЕДСЕДАТЕЛЬ ПРАВЛЕНИЯ АССОЦИАЦИИ

единоличный исполнительный орган

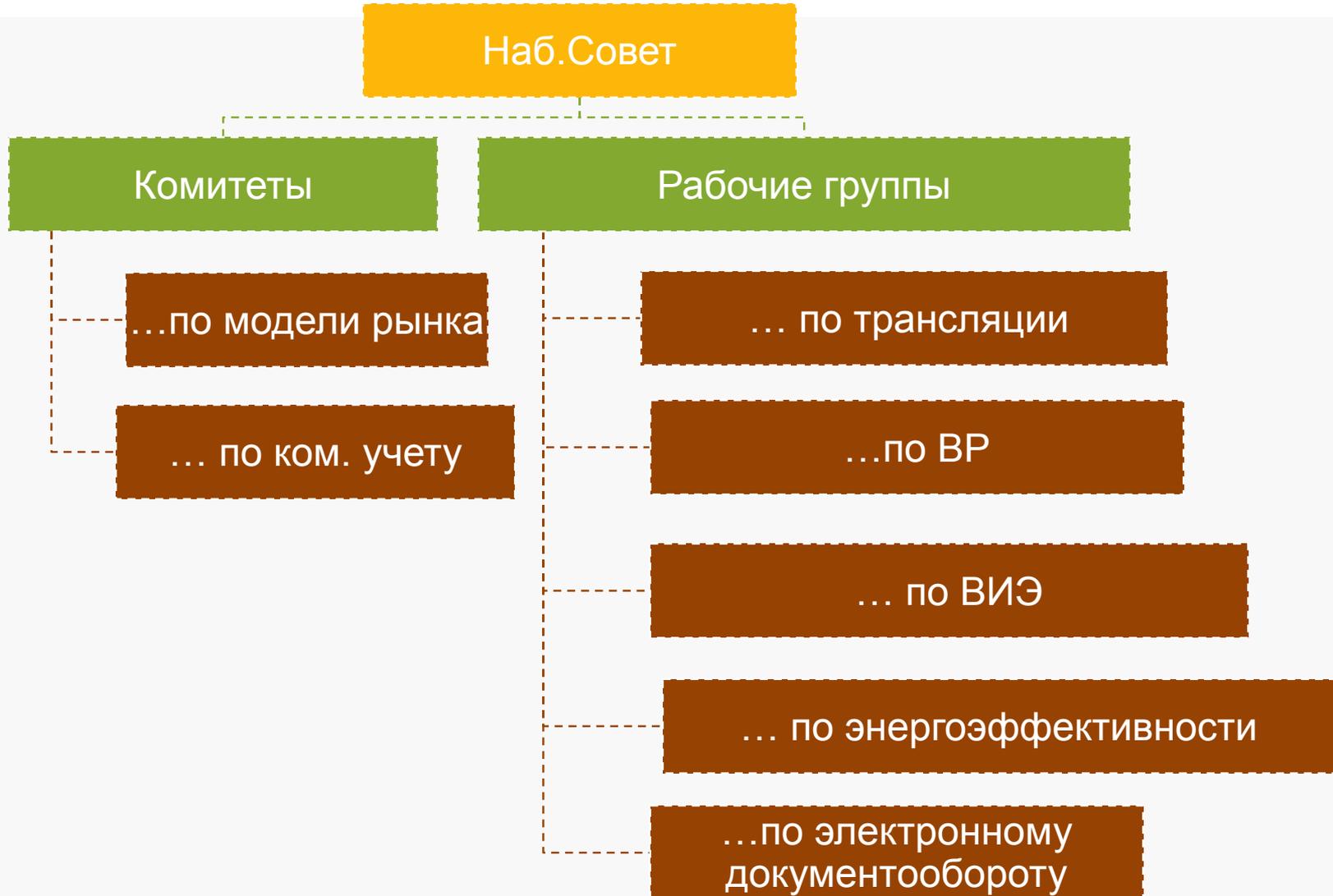
**Состав Наблюдательного совета определен
п.4 ст. 33 Федерального закона «Об электроэнергетике»**

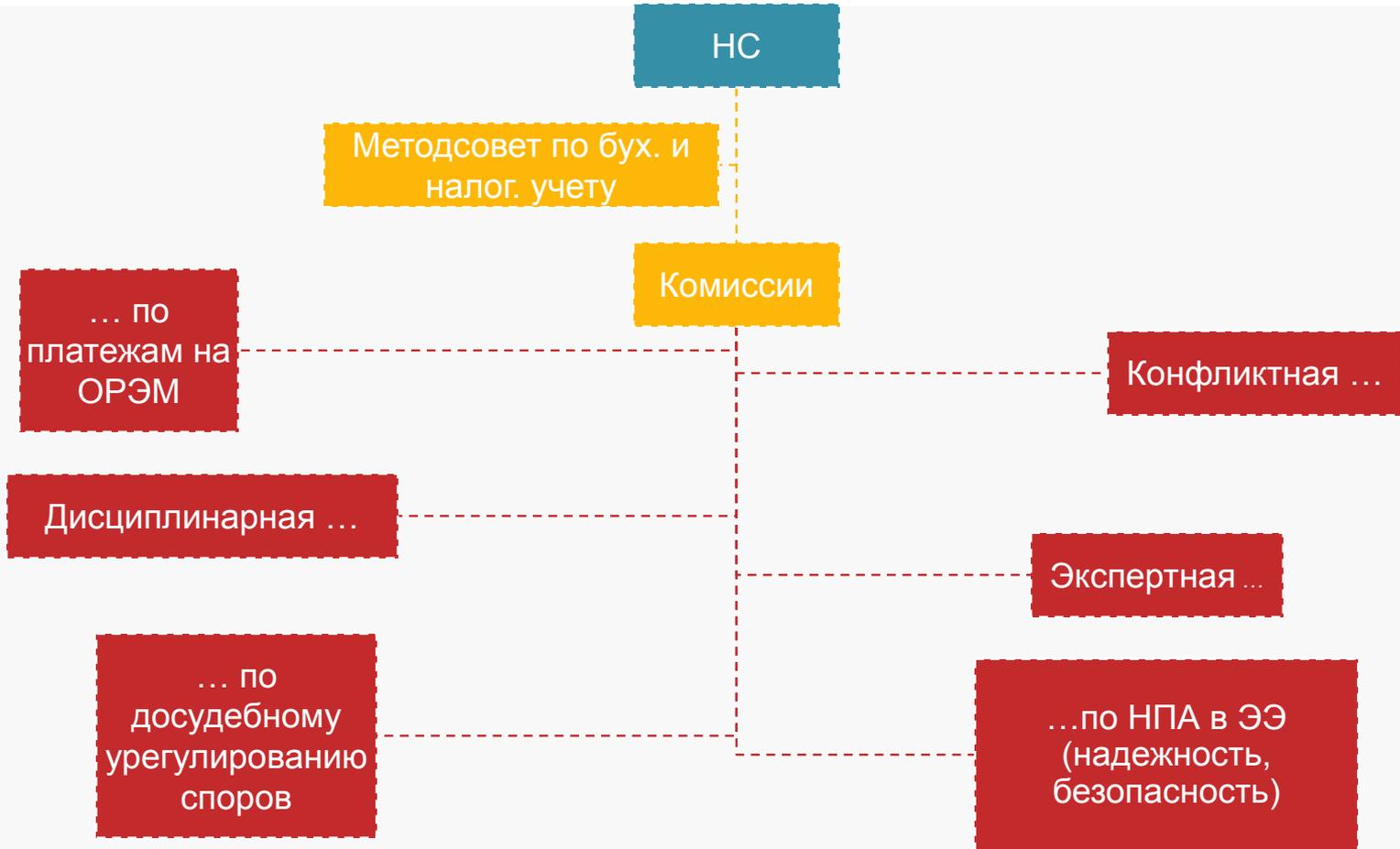
**Наблюдательный совет
Ассоциации «НП Совет рынка»**



- Право вето каждой палаты на решение Наблюдательного совета
- Право вето каждой инфраструктурной организации на решение Наблюдательного совета
- Предварительное обсуждение на Комитетах и комиссиях

1. принятие решения об **исключении члена** из совета рынка;
2. принятие решения о форме проведения **общего собрания** членов;
3. принятие решения о выборе организации для выполнения функций **коммерческой инфраструктуры**;
4. утверждение порядка ведения **реестра** субъектов оптового рынка;
5. утверждение стандартной **формы ДОП**, стандартных форм договоров, регламентов ОРЭМ; утверждение **изменений**, вносимых в стандартную форму ДОП, стандартные формы договоров и в регламенты оптового рынка;
6. утверждение порядка досудебного **урегулирования споров** на оптовом и розничных рынках в соответствии с ДОП;
7. утверждение порядка осуществления **контроля** за соблюдением правил и регламентов оптового рынка субъектами ОРЭМ; утверждение принципов и порядка применения **санкций** за нарушение правил ОРЭМ;
8. избрание органа надзора за финансово-хозяйственной деятельностью и назначение **аудиторской организации** или индивидуального аудитора;
9. осуществление **контроля** за финансово-хозяйственной деятельностью **АТС и ЦФР**.





АО «АТС»

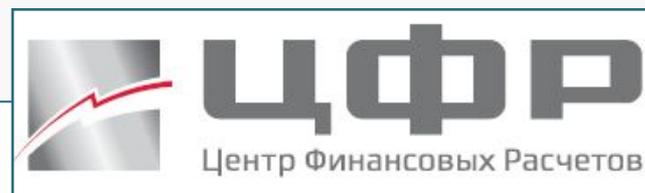


www.atsenergo.ru

- услуги по организации оптовой торговли
- организация системы гарантий и расчетов
- организация системы измерений и сбора информации
- взаимодействие с системным оператором

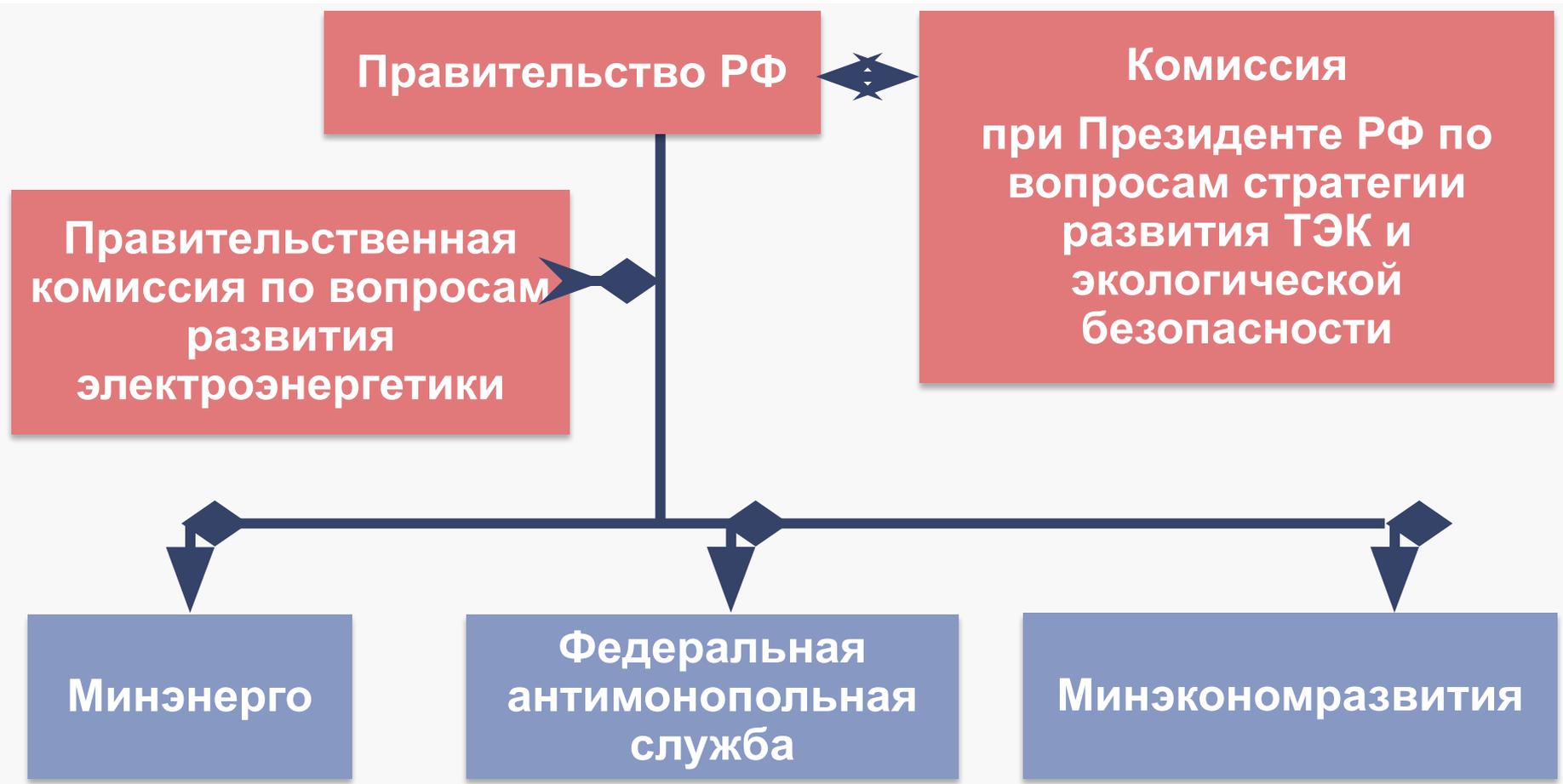


АО «ЦФР»



www.cfrenergy.ru

- **расчет требований и обязательств**
- **представитель покупателя и продавца**
- **сторона по договорам**
- **формирует расчетные документы на оплату**
- **направляет документы в кредитную организацию**
- **контролирует оплату**



Правительственная комиссия по вопросам развития электроэнергетики является координационным органом, образованным для обеспечения согласованных действий заинтересованных федеральных органов исполнительной власти и органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации по вопросам перспективного развития электроэнергетики в Российской Федерации.

Положение о Правительственной
комиссии по вопросам развития
электроэнергетики
(утв. постановлением
Правительства РФ от 29 сентября
2008 г. N 726)

<http://government.ru/department/405/>

Комиссия при Президенте Российской Федерации по вопросам стратегии развития топливно-энергетического комплекса и экологической безопасности образована в целях координации деятельности федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации, органов местного самоуправления и организаций по развитию топливно-энергетического комплекса, обеспечению промышленной, энергетической и экологической безопасности, рационального использования и эффективного воспроизводства минерально-сырьевой базы.

Положение о комиссии

<http://kremlin.ru/structure/regulation/29>

Комиссаров Владимир

+7 926 046 7099

komissarov@ec-mc.ru