



ФГБОУ ВО «Орловский ГАУ  
им. Н.В. Парахина»  
Кафедра «Электроснабжение»

# Энергетика: История и перспективы развития



## Передача электроэнергии

Докладчик: заведующий кафедрой  
«Электроснабжение» Орловского ГАУ, к.  
Т.Н., доцент  
Александр Владимирович Виноградов



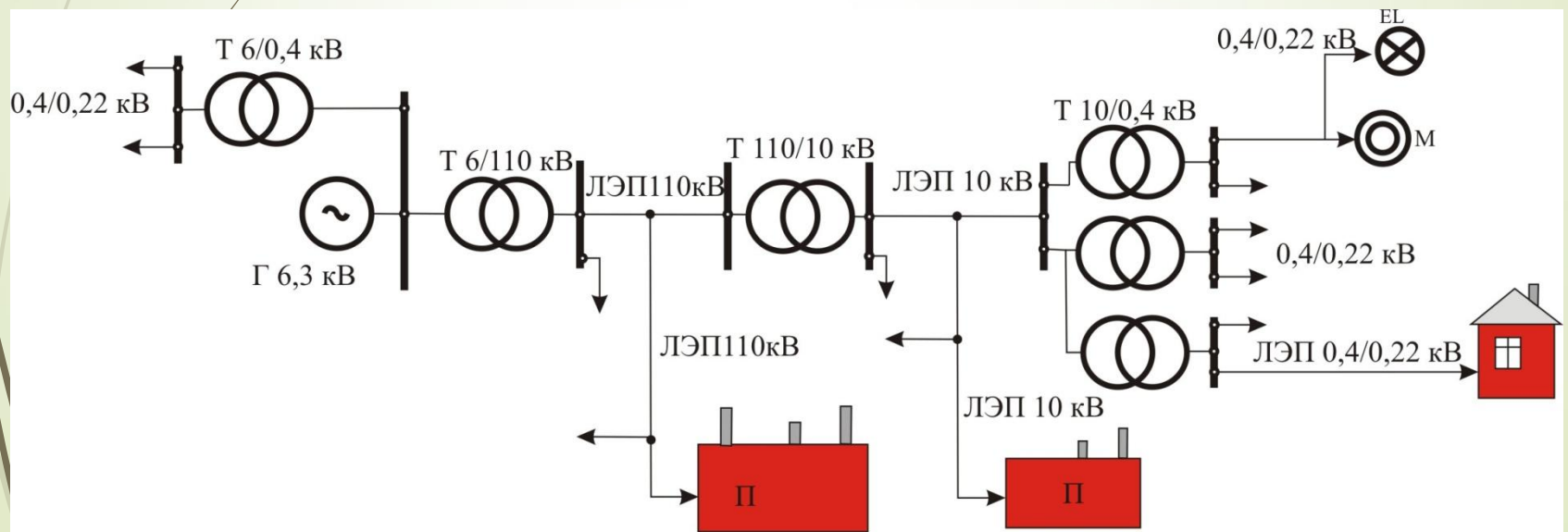
## Содержание:

1. Основные понятия.
2. Классификация электрических сетей.
3. Основные принципы построения сетей и их недостатки.
4. Характеристики эл. сетей на примере ОЭС.
5. Новый подход к построению эл. сетей.
6. Конструкции сетей.
7. Нормативные документы.



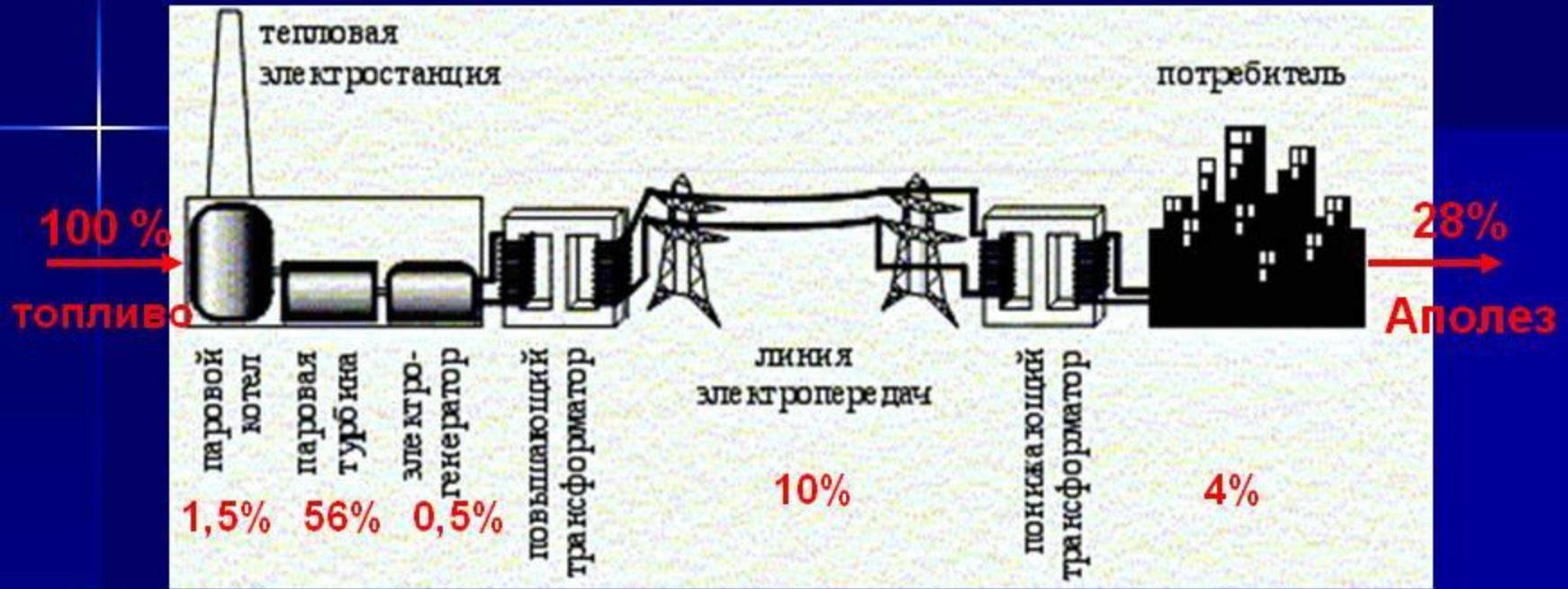
□ **Электропередача** - совокупность электрических установок и устройств, обеспечивающих передачу электрической энергии на расстояние. В состав электропередачи входят понижающие и повышающие трансформаторы, воздушные и (или) кабельные линии электропередачи (ЛЭП), высоковольтные выключатели, аппаратура защиты и противоаварийной автоматики.

- Возможность передачи значительных количеств электроэнергии на расстояние определяется пропускной способностью, которая зависит от напряжения и протяжённости ЛЭП, обеспечения устойчивости её режима, условий эксплуатации, величины допустимых потерь и т.д. Повышение пропускной способности связано, главным образом, с увеличением напряжения ЛЭП.



Г - генератор; Т - трансформатор; ЛЭП - линия электропередач П - потребитель;  
EL - осветительная лампа; М - электрический двигатель.

## Схема потерь электроэнергии на пути от электростанции к потребителю



*Передачу электроэнергии по проводам для уменьшения потерь выгодно осуществлять при высоком напряжении и малой силе тока*

$$Q = I^2 R t$$

- **Электрическая сеть** - совокупность устройств, служащих для передачи и распределения электроэнергии от ее источников к электроприёмникам.

Электрические сети общего назначения, по которым передается и распределяется около 98% всей вырабатываемой электроэнергии, объединяют электростанции и потребителей электроэнергии в электрические системы, а также системы между собой посредством воздушных и кабельных линий электропередачи (ЛЭП).

- Существуют также сети, не связанные с линиями электропередачи, автономные сети (самолётные, судовые, автомобильные и др.).

## □ Электрические сети

- По назначению различают: питающие и **распределительные сети**, служащие соответственно для передачи и распределения электрической энергии от узловых подстанций до электроприёмников (городских, промышленных, с.-х. и других потребителей).


□ По напряжению: до 1 кВ и выше 1 кВ.

□ По роду тока - сети переменного и постоянного тока.

□ По исполнению - воздушные и кабельные сети.

□ По конфигурации - кольцевые и радиальные.

□ По режиму нормальной работы — разомкнутые и замкнутые и т. д.


- 
- В настоящее время для электрических сетей стандартизованы 4 напряжения менее 1000 В (40, 220, 380 и 660 В) и 12 напряжений выше 1000 В (3, 6, 10, 20, 35, 110, 150, 220, 330, 500, 750, 1150 кВ). Все перечисленные цифры соответствуют линейным (междуфазным) значениям напряжений трехфазной системы переменного тока.

Сети различного класса напряжения работают с разными режимами нейтрали, например сети 0,38 кВ – с глухозаземленной нейтралью (TNC, TNCS или TNS), сети 6-35 кВ – с изолированной.




# Классификация электрических сетей по признакам, связанным с номинальным напряжением:


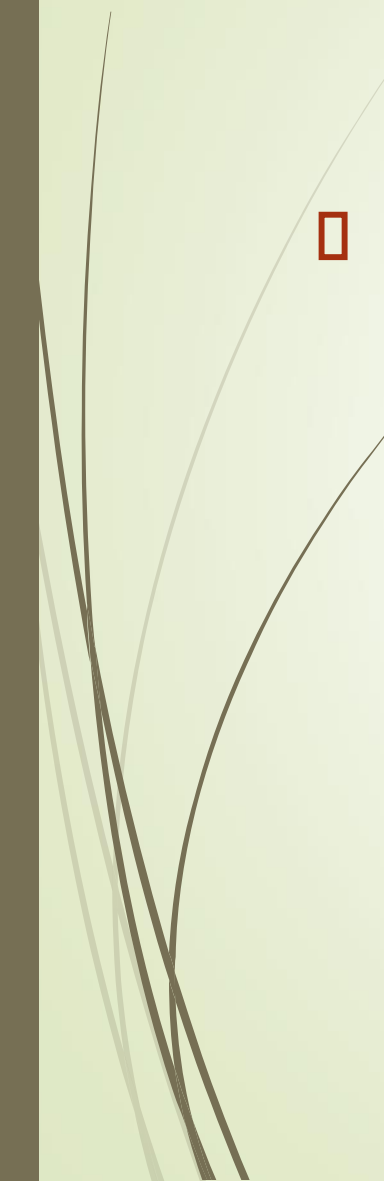
Признак	Номинальные напряжения, кВ				
Значение номинального напряжения	< 1	3-35	110-220	330 - 750	1150
Охват территории	Местные		Районные	Региональные	
Назначение	Распределительные			Системообразующие	
Характер потребителей	Городские, промышленные сельскохозяйственные			—	

- 
- Наряду со сложностью конфигурации характерной особенностью электрических сетей является их *многорежимность*.

Под этим понимается не только разнообразие загрузки элементов сети в суточном и годовом разрезе при нормальном функционировании системы, вызываемое естественным изменением во времени нагрузки потребителей, но и обилие режимов, возникающих при выводе различных элементов сети в плановый ремонт и при их аварийных отключениях.

В связи с этим электрическая сеть должна проектироваться и эксплуатироваться таким образом, чтобы была обеспечена ее работоспособность во всех возможных режимах — нормальных, ремонтных и послеаварийных.

- 
- Кроме линий электропередачи, в состав электрических сетей входят ПОДСТАНЦИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ для преобразования, распределения электроэнергии и управления режимом работы сети (повышения и понижения напряжения, преобразования трёхфазного переменного тока в постоянный и наоборот, изменения числа отходящих линий по сравнению с числом подходящих и т.д.).

- 
- 
- **Электрическая сеть общего назначения** - электрическая сеть энергоснабжающей организации, предназначенная для передачи электрической энергии различным потребителям (приемникам электрической энергии).
  - **Системообразующая электрическая сеть** - электрическая сеть высших классов напряжения (высокого и сверхвысокого), обеспечивающая надежность и устойчивость энергосистемы как единого объекта.

# Карта-схема электрических сетей Орловской области



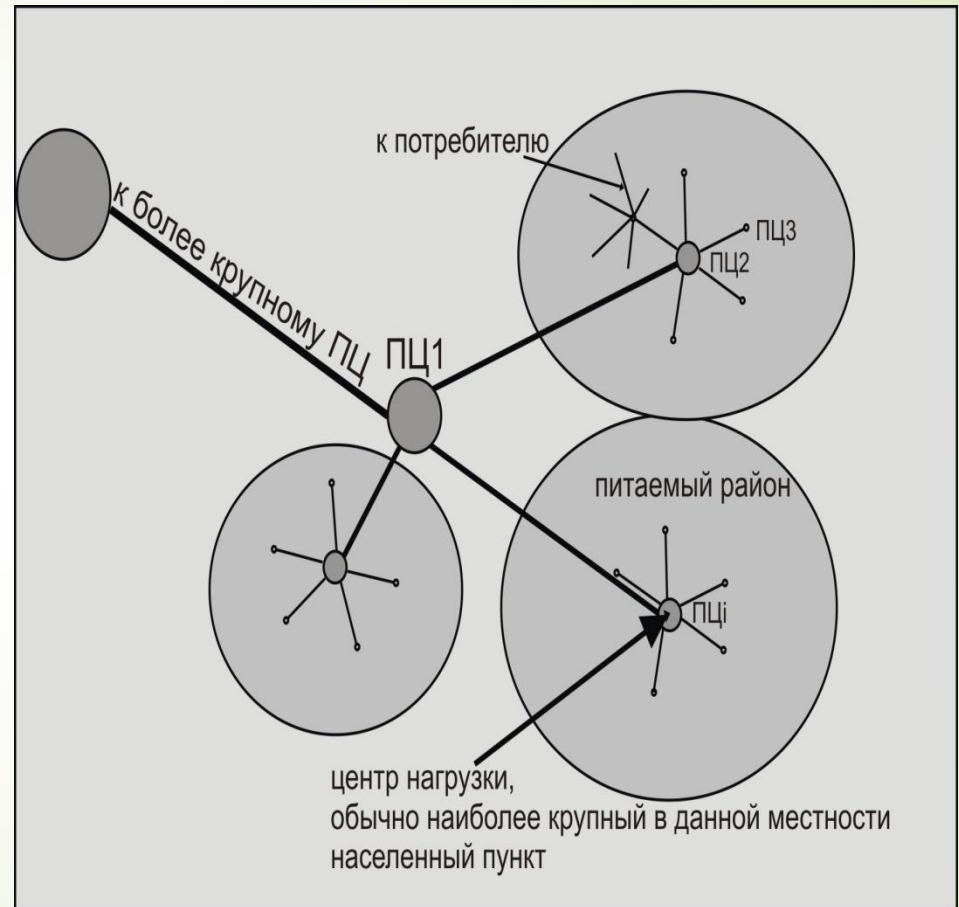
Кольцо г. Орла

- Условные обозначения**
- ПДП - с постоянными дозорными персоналом
  - ОВДП - днём СВВ, в нерабочее время - дозорный персонал
  - Ар - администрация района
  - Бр - база РЭС
  - Бкв - база проектного отделения
  - Бур - база участка РЭС
  - П-4 - подстанция 4 категории
  - П-2 - подстанция 2 категории
  - Кв - крупный подстанция
  - Пр - район с перспективой развития
  - - ПС - 750, 500 кв
  - - ПС - 220 кв
  - - ПС - 110 кв
  - - ПС - 35 кв
  - - ПС - 10 кв
  - - ПС не на балансе РЭС
  - - ЛЭП - 500 кв
  - - ЛЭП - 110 кв
  - - ЛЭП - 35 кв
  - - ЛЭП
  - - Железнодорожная линия

Персонал сетей электрических сетей 220-110-10-0,4 кВ	
Информация о персонале сетей электрических сетей 220-110-10-0,4 кВ	
Информация о персонале сетей электрических сетей 220-110-10-0,4 кВ	Дорожкин А.В.
Информация о персонале сетей электрических сетей 220-110-10-0,4 кВ	Евдокимов И.А.
Информация о персонале сетей электрических сетей 220-110-10-0,4 кВ	Харамин Ю.А.

# Принципы построения сетей:

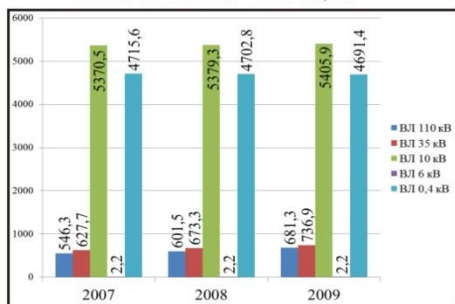
1. Минимум приведенных затрат на сооружение линий.  
Следствие – линии строятся главным образом «по прямой», от пункта А до пункта Б.
2. Расположение питающих центров в центрах нагрузки.
3. Соответствие расстояния и напряжения.



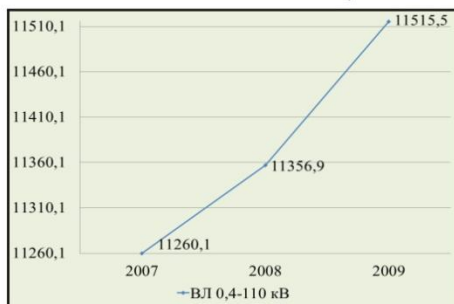


# Анализ состояния электрических сетей ПО ОЭС 0,4 - 110 кВ

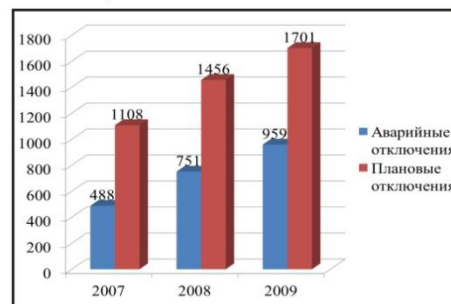
Протяженность воздушных линий 0,4 - 110 кВ по ПО ОЭС за 2007 - 2009 г.г., км



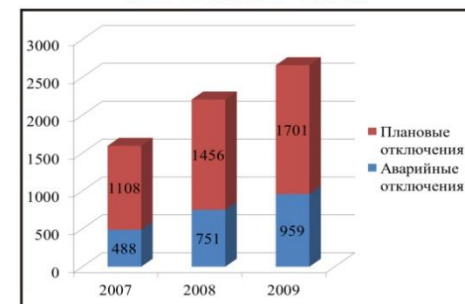
Изменение общей протяженности линий 0,4 - 110 кВ по ПО ОЭС за 2007 - 2009 г.г., км



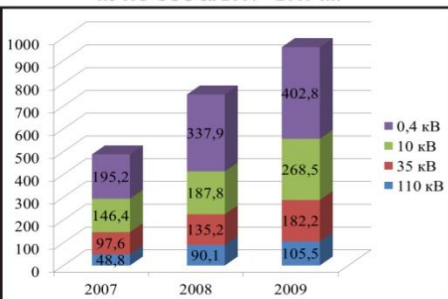
Число аварийных и плановых отключений на ВЛ 0,4 - 110 кВ по ПО ОЭС за 2007 - 2009 г.г.



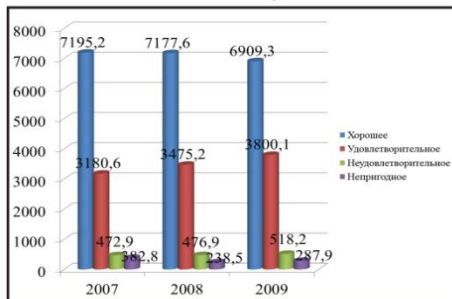
Общее число отключений ВЛ 0,4 - 110 кВ по ПО ОЭС за 2007 - 2009 г.г.



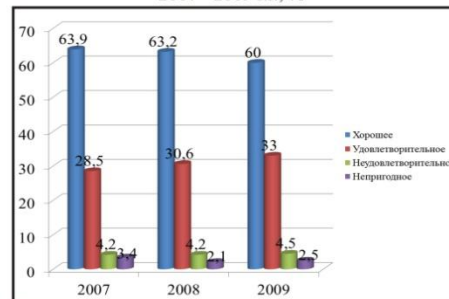
Число аварийных отключений на ВЛ 0,4 - 110 кВ по ПО ОЭС за 2007 - 2009 г.г.



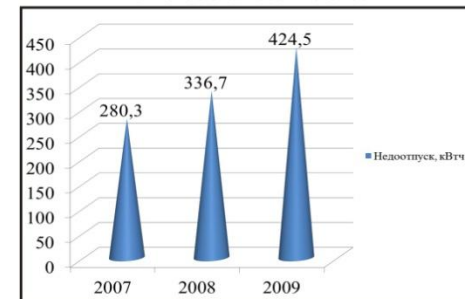
Состояние ВЛ 0,4 - 110 кВ по ПО ОЭС за 2007 - 2009 г.г., км



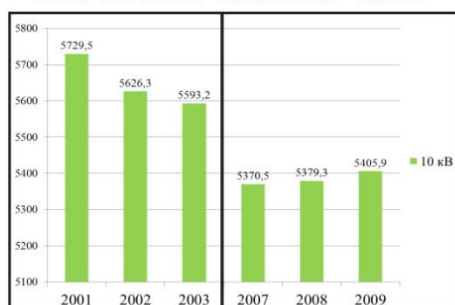
Состояние ВЛ 0,4 - 110 кВ по ПО ОЭС за 2007 - 2009 г.г., %



Недоотпуск от отключений ВЛ 0,4 - 110 кВ по ПО ОЭС за 2007 - 2009 г.г.



Протяженность ВЛ 10 кВ по ПО ОЭС за 2001 - 2003 г.г. и 2007 - 2009 г.г.

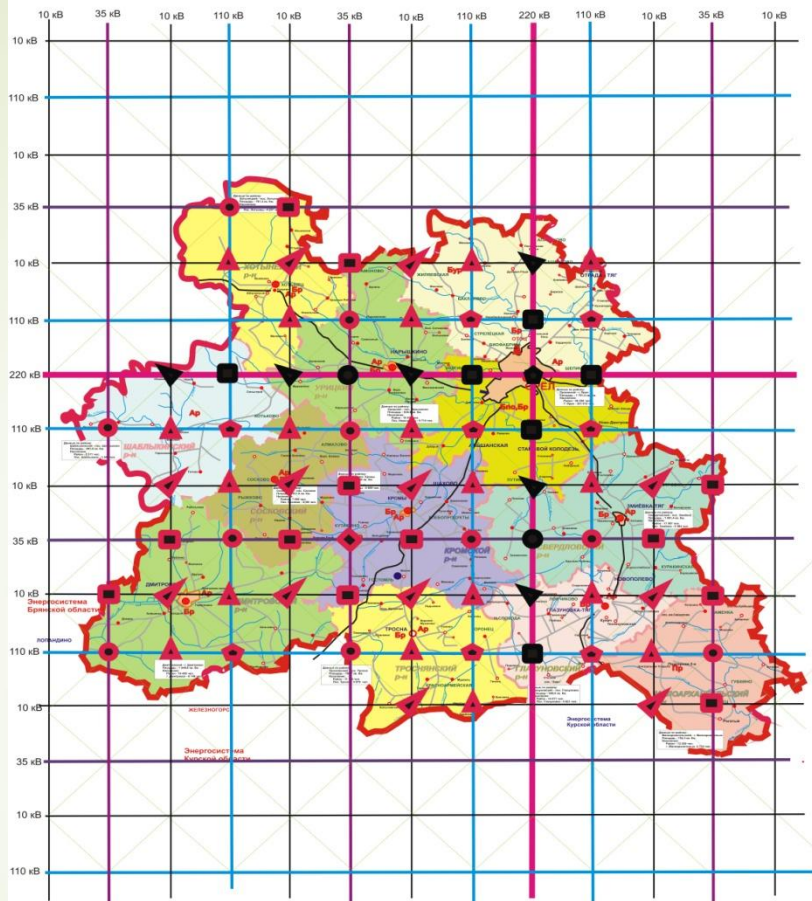


Основные причины отключений на ВЛ 0,4 - 110 кВ по ПО ОЭС

Воздействие стихийных явлений (гроза, налипание снега, ветер) – документально подтвержденные справками с метеостанций)	38,6%
Падение деревьев, веток на ВЛ	15,38%
Воздействие посторонних лиц и организаций	16,2%
Повреждение, пробой изоляции	13,2%
Не выявлено	0,41%
Воздействие животных, птиц	4,2%
Перекрытие на поросль	8,2%
Неправильные действия РЗА, ПА, ЭА и неисправности цепей вторичной коммутации	3,6%
Пожары	0,21%
Ошибки персонала	0



## Карта-схема нового построения электрических сетей ПО ОЭС



### Условные обозначения



### Характеристика:

Протяженность электрических сетей:

ЛЭП 110 кВ - 520 км

ЛЭП 35 кВ - 370 км

ЛЭП 10 кВ - 8700 км

ЛЭП 0,4 кВ - 4350 км

Всего: 13940 км

Количество трансформаторных подстанций:

ТП 110/35 кВ - 20 шт

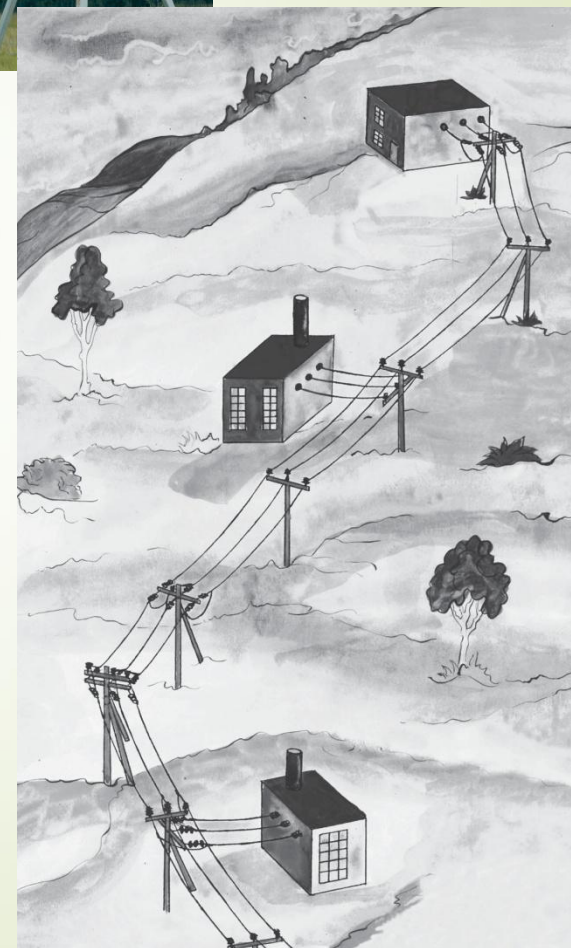
ТП 110/10 кВ - 38 шт


ТП 35/10 кВ - 24 шт

ТП 10/0,4 кВ - 4350 шт

Всего: 4432 шт


**□ Воздушная линия электропередачи** - устройство для передачи электроэнергии по проводам, расположенным на открытом воздухе и прикрепленным с помощью изоляторов и арматуры к опорам или кронштейнам и стойкам на инженерных сооружениях (мостах, путепроводах и т.п.). За начало и конец воздушной линии электропередачи принимаются линейные порталы или линейные вводы РУ, а для ответвлений - ответвительная опора и линейный портал или линейный ввод РУ.





**Электропроводка** - совокупность проводов и кабелей с относящимися к ним креплением, поддерживающими, защитными конструкциями и деталями.

**Кабельная линия** - линия для передачи электроэнергии или отдельных импульсов ее, состоящая из одного или нескольких параллельных кабелей с соединительными, стопорными и концевыми муфтами (заделками) и крепежными деталями, а для маслонаполненных кабельных линий, кроме того, с подпитывающими аппаратами и системой сигнализации давления масла. *(см. справочник по кабельной продукции)*

- 
- При любом исполнении электрическая сеть характеризуется потерями электрической энергии, которые делятся на технические (на нагрев) и коммерческие (не учтенная ээ). Чем длиннее сеть – тем выше потери. Для снижения потерь используют повышение напряжения.
  - *Одна из главных задач проектирования, монтажа и эксплуатации сетей – снижение потерь.*

# Перечень мероприятий по снижению потерь электроэнергии в электрических сетях



# Основные нормативные документы:

- ПОСТАНОВЛЕНИЕ Правительства от 27 декабря 2004 г. N 861 (с изменениями) об утверждении правил недискриминационного доступа к услугам по передаче электрической энергии и оказания этих услуг, правил недискриминационного доступа к услугам по оперативно-диспетчерскому управлению в электроэнергетике и оказания этих услуг, правил недискриминационного доступа к услугам администратора торговой системы оптового рынка и оказания этих услуг и правил 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
- Федеральный закон № 35-ФЗ «Об электроэнергетике»

# Основные нормативные документы:

- ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА от 31 августа 2006 г. N 530 (с изменениями) ОБ УТВЕРЖДЕНИИ ПРАВИЛ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ РОЗНИЧНЫХ РЫНКОВ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ В ПЕРЕХОДНЫЙ ПЕРИОД РЕФОРМИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ.
- ПОСТАНОВЛЕНИЕ ПРАВИТЕЛЬСТВА от 26 февраля 2004 г. N 109 (с изменениями) О ЦЕНООБРАЗОВАНИИ В ОТНОШЕНИИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ И ТЕПЛОВОЙ ЭНЕРГИИ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**