



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

**Участие в расследовании аварий, сбор информации об авариях и иных технологических нарушениях, анализ причин аварийности. Участие в контроле за техническим состоянием объектов электроэнергетики**

---

**Лишуди А.В.**

**Начальник Департамента технического контроля**



# ЕЭС России – сложный технологический комплекс

2

## Единый электроэнергетический режим ЕЭС России



На 1 января 2018 года:

- установленная мощность электростанций ЕЭС России 239,8 ГВт
- 748 электростанций мощностью свыше 5 МВт
- более 10 700 линий электропередачи класса напряжения 110–1150 кВ
- более 8 700 электрических подстанций класса напряжения 110–1150 кВ

Следствием высокой сложности энергосистемы является возникновение аварий и иных нештатных ситуаций

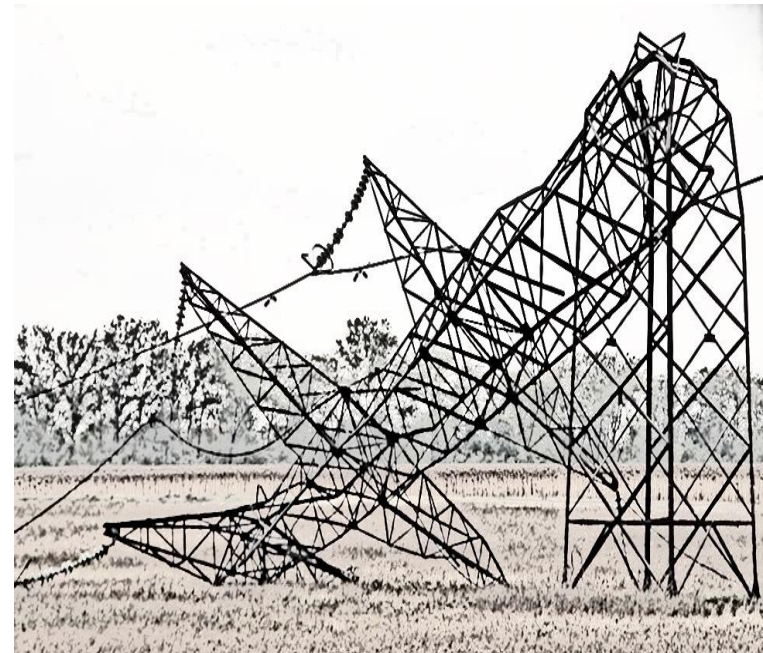


**Авария в электроэнергетике – технологическое нарушение на объекте электроэнергетики или энергопринимающей установке, приводящее к:**

- разрушению или повреждению сооружений или технических устройств (оборудования)
- неконтролируемому взрыву или выбросу опасных веществ
- отклонению от установленного технологического режима работы объектов электроэнергетики
- полному или частичному ограничению режима потребления электрической энергии (мощности)
- возникновению или угрозе возникновения аварийного электроэнергетического режима работы энергосистемы, в том числе при потере управляемости объекта

**Аварии подразделяются на:**

- аварии, расследуемые комиссиями Ростехнадзора – аварии, в результате которых произошли: разрушения основного оборудования, зданий и сооружений объектов электроэнергетики; нарушения электроснабжения потребителей электроэнергии в особо крупных объемах; нарушения условий нормального функционирования электроэнергетической системы (разделение ЕЭС России на части, превышение МДП, ограничение выдачи мощности электростанцией, нарушения в работе ПА и РА)
- аварии, расследуемые комиссиями собственников энергообъектов





Правила расследования причин аварий в электроэнергетике, утвержденные Постановлением Правительства РФ от 28 октября 2009 г. № 846



Приказ Минэнерго России от 2 марта 2010 г. № 90 «Об утверждении формы акта о расследовании причин аварий в электроэнергетике и порядка ее заполнения»



Приказ Минэнерго России от 2 марта 2010 г. № 91 «Порядок передачи оперативной информации об авариях в электроэнергетике»



Приказ Минэнерго России от 2 марта 2010 г. № 92 «Об утверждении формы отчета об авариях в электроэнергетике и порядка ее заполнения»



Приказ Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору от 15 ноября 2016 г. № 474 «Об утверждении Порядка формирования комиссий по расследованию аварий в электроэнергетике»



# Расследование аварий

5

## Возникновение аварии

1

## Передача оперативной информации об аварии

2

## Организация расследования причин аварии

3

## Расследование причин аварии

4

## Оформление акта расследования причин аварии

5

## Анализ причин аварийности

За год:

≈ 4000 аварий на электростанциях 25 МВт и более;

≈ 16000 аварий в электрических сетях напряжением 110 кВ и выше

Уведомление персоналом оперативным объектом электроэнергетики об аварии:

- ДЦ СО ЕЭС - 20 минут с момента аварии
- ТУ РТН

Принятие решения о расследовании причин аварии комиссией:

- собственника не позднее 24ч с момента аварии;
- РТН не позднее 24ч с момента получения информации об аварии

Расследование проводится в срок не более 20 дней (продление не более, чем на 45 дней)

- Устанавливаются причины и предпосылки возникновения и развития аварии;
- Разрабатываются мероприятия для предотвращения подобных аварий

Проводится с использованием отраслевого программного комплекса «База аварийности в электроэнергетике»

Систематизация информации об авариях осуществляется:

- на электростанциях и в электрических сетях напряжением 110 кВ и выше - СО ЕЭС;
- в электрических сетях всех классов напряжения, приведших к обесточению потребителей - Минэнерго России





## 2. Организация расследования аварий

7

Аварии, расследуемые  
комиссией Ростехнадзора

≈ 80

Правила расследования причин аварий  
в электроэнергетике

Оценка соответствия произошедшей аварии  
критериям расследования

Уведомление ТУ Ростехнадзора

Подготовка описания аварии

Направление представителей СО ЕЭС в состав  
комиссии

Формирование предложения о составе субъектов  
электроэнергетики и потребителей,  
представителей которых необходимо включить в  
состав комиссии

Аварии, расследуемые комиссией  
Собственника

≈ 250

- Договор оказания услуг по оперативно-диспетчерскому управлению
- Соглашение о технологическом взаимодействии с сетевой организацией (потребителем)

Оценка необходимости участия представителей СО  
ЕЭС в расследовании:

- Неправильные действия РЗ, ПА и РА, приведшие к возникновению аварии или ее развитию
- Возникновение аварии на одном энергообъекте привело к развитию аварии на другом энергообъекте (сети+генерация)

Направление представителей СО ЕЭС в состав  
комиссии

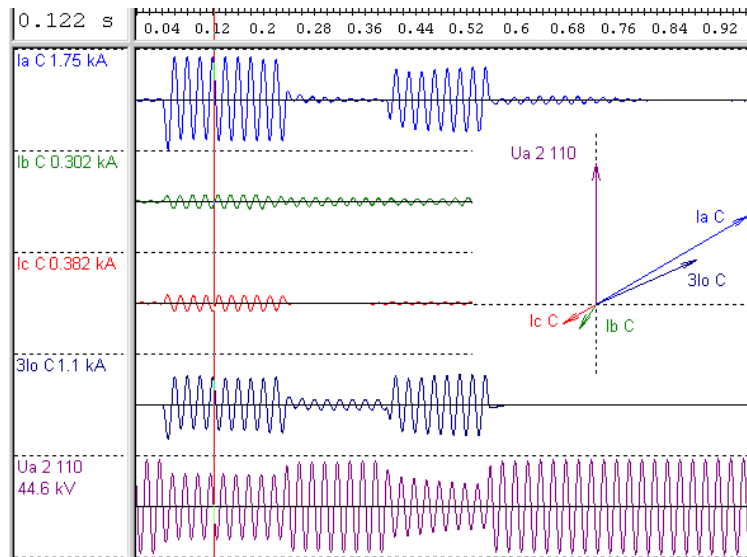
Создание комиссией Ростехнадзора или  
собственника по расследованию причин аварии

24 часа



### 3. Расследование причин аварий

8



**Особенность АО «СО ЕЭС»** – способность воссоздания объективной и точной картины возникновения и развития аварии на всей совокупности объектов электрических сетей и генерации, затронутых аварией, в едином хронологическом формате с точностью до тысячных долей секунд, что позволяет отследить точную последовательность возникновения аварийных событий, реакцию на них быстродействующих устройств РЗА и дальнейшее течение послеаварийных переходных процессов, а также зависимость происшедших процессов от действий оперативного персонала объектов

#### Функции АО «СО ЕЭС» в расследованиях причин аварий:

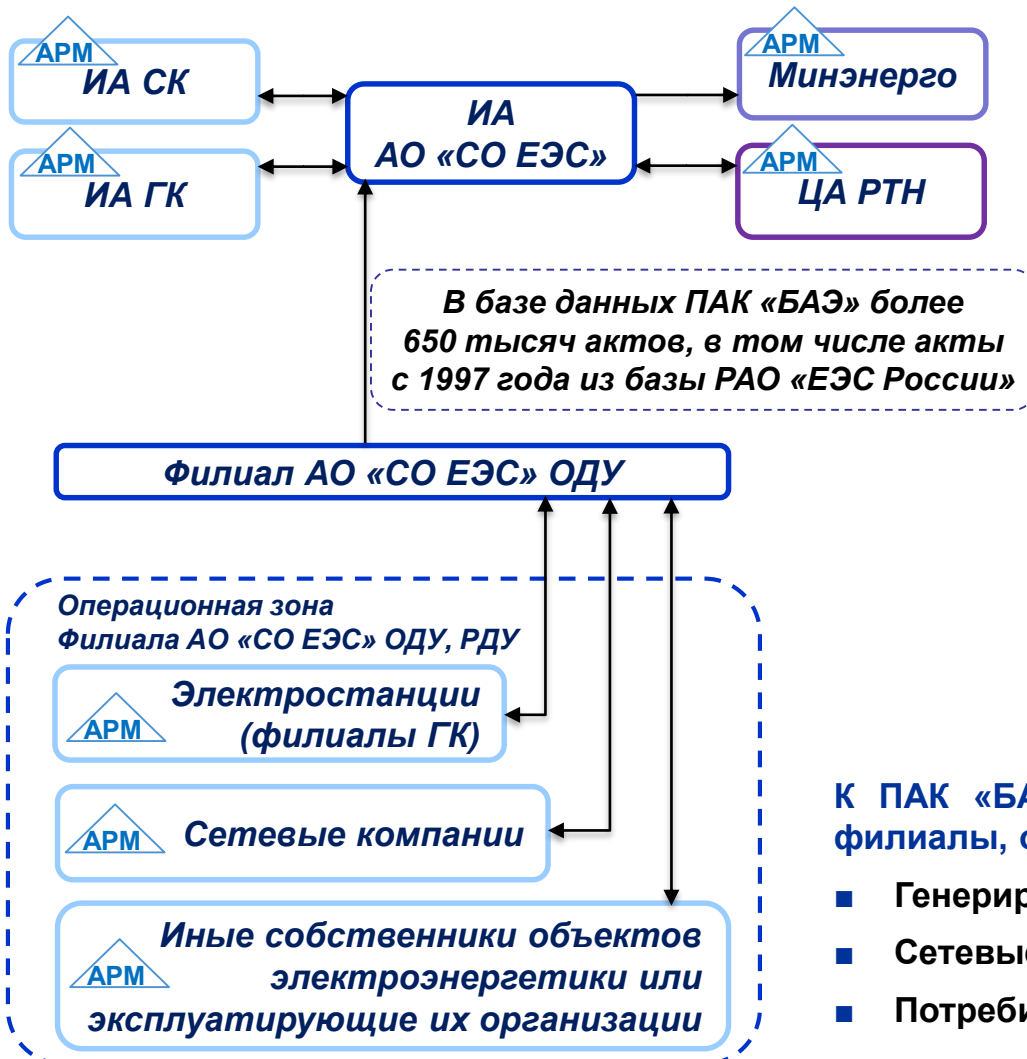
- Описание исходной режимно-балансовой ситуации в энергосистеме с указанием основных параметров, состава и эксплуатационного состояния основного оборудования объектов электроэнергетики и энергопринимающих установок
- Установление хронологии возникновения и развития аварии в едином временном формате для всех участников аварии
- Анализ работы устройств релейной защиты, противоаварийной и режимной автоматики на объектах электроэнергетики
- Анализ действий оперативного и диспетчерского персонала
- Установление причинно-следственных связей, повлекших за собой возникновение и развитие аварий
- Разработка предложений по противоаварийным мероприятиям



## 4. Оформление акта расследования причин аварии. Программно-аппаратный комплекс «База аварийности в электроэнергетике»

9

Схема функционирования  
ПАК «БАЭ» и передачи актов в АО «СО ЕЭС»



АРМ – автоматизированное рабочее место, позволяющее:

- Оформлять и хранить акты расследования причин аварий по форме, предусмотренной приказом Минэнерго России от 02.03.2010 № 90, использовать результаты расследований аварий в деловых процессах субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии
- Проводить анализ причин аварий по различным параметрам
- Формировать сводный ежемесячный отчет об авариях в электроэнергетике по форме, определенной приказом Минэнерго России от 02.03.2010 № 92
- Осуществлять контроль выполнения противоаварийных мероприятий

К ПАК «БАЭ» подключено 1758 организаций (включая филиалы, обособленные подразделения), в том числе:

- Генерирующие компании – 688
- Сетевые организации – 556
- Потребители электрической энергии – 514



## 5. Анализ причин аварийности (систематизация информации об аварийности)

10

### Задачи

- Выявить имеющиеся проблемы в эксплуатации как на уровне отдельных объектов электроэнергетики, так и на уровне энергосистем и отрасли в целом
- Определить системные мероприятия для включения в программы развития и производственные программы организаций электроэнергетики, направленные на повышение надежности функционирования ЕЭС России и отдельных объектов электроэнергетики
- Доработать действующие отраслевые нормативно-технические документы



**Повышение надежности работы отдельных объектов электроэнергетики и  
надежности функционирования ЕЭС России в целом**



## 5. Анализ причин аварийности

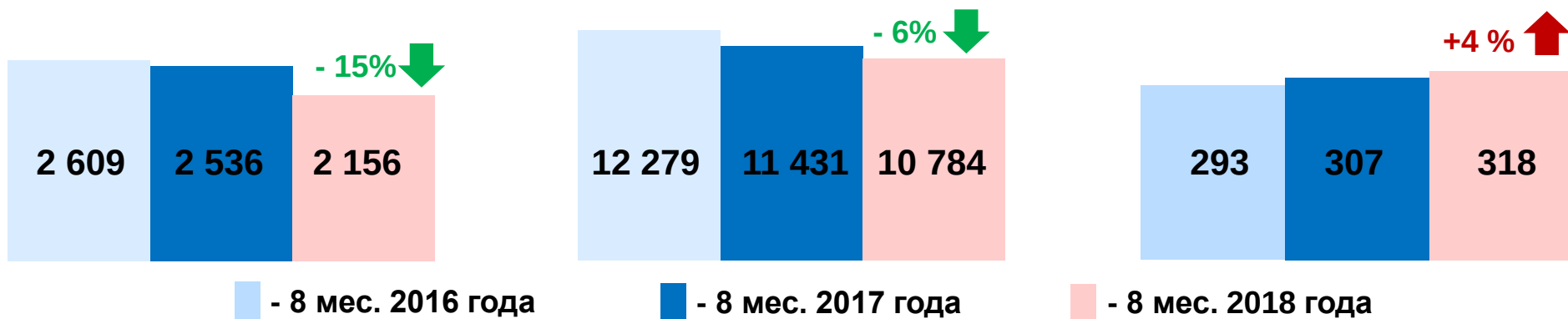
11

### Количество аварий на объектах электроэнергетики в ЕЭС России

Аварии на электростанциях  
мощностью 25 МВт и более

Аварии в электрических  
сетях напряжением 110 кВ и  
выше

Аварии  
с обесточением потребителей  
10 МВт и более



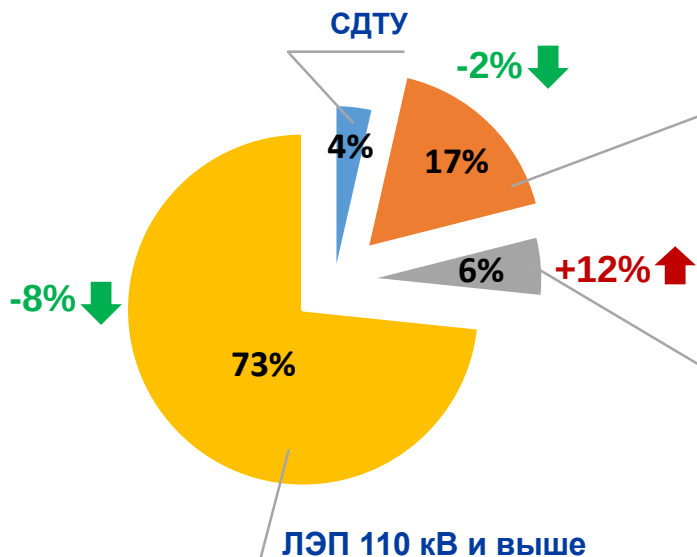
- Снижение аварийности на электростанциях обусловлено вводом в эксплуатацию в период 2011–2016 годов нового генерирующего оборудования (37,5 ГВт, 15% от Руст) и соответственно снижением коэффициента использования ранее введенного генерирующего оборудования с повышенной аварийностью, а также выводом 13,4 ГВт «старой» генерации
- Снижение аварийности в электрических сетях обусловлено снижением на 8% количества аварийных отключений ЛЭП, в основном за счет расчистки просек ВЛ. Аварийность из-за повреждения оборудования ПС и неправильной работы РЗА сохраняется на уровне 2017



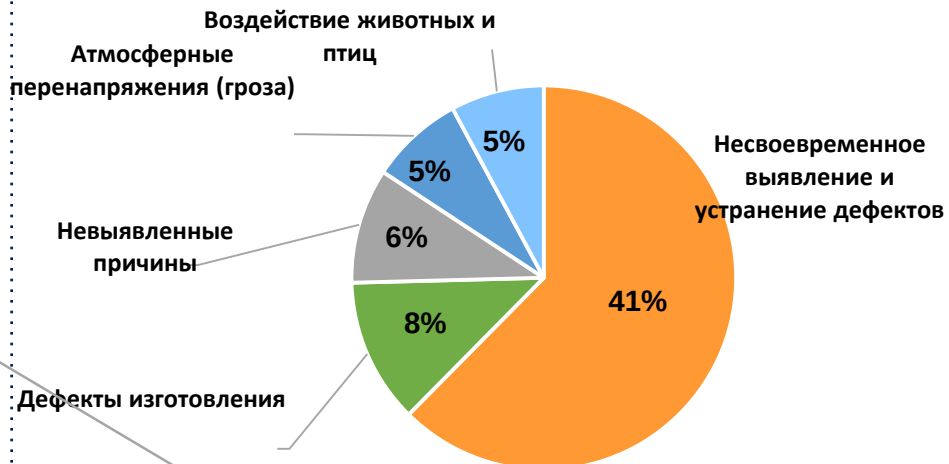
## 5. Анализ аварийности в ЕЭС России

12

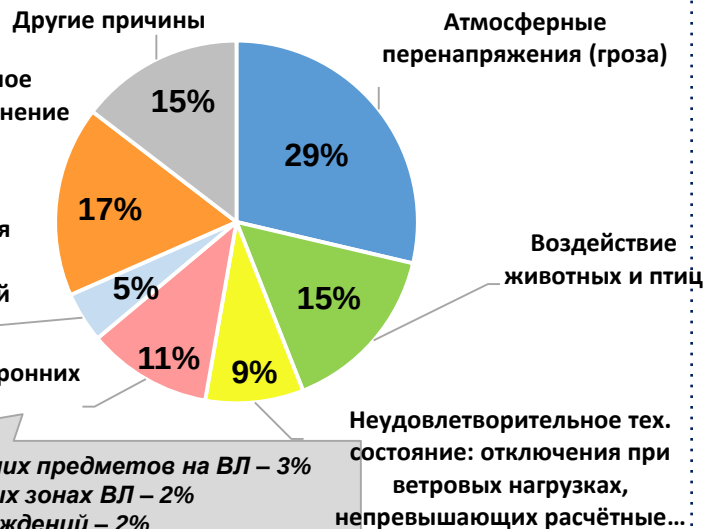
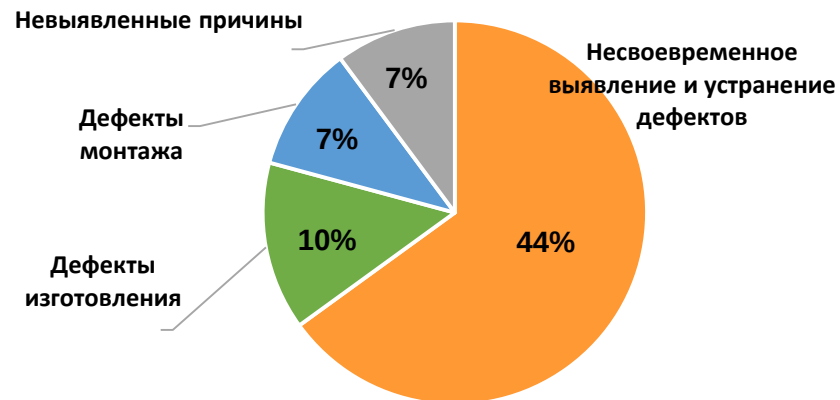
### Основные причины аварий в электрических сетях 110 кВ и выше



### Электротехническое оборудование 110 кВ и выше ПС



### Устройства РЗА

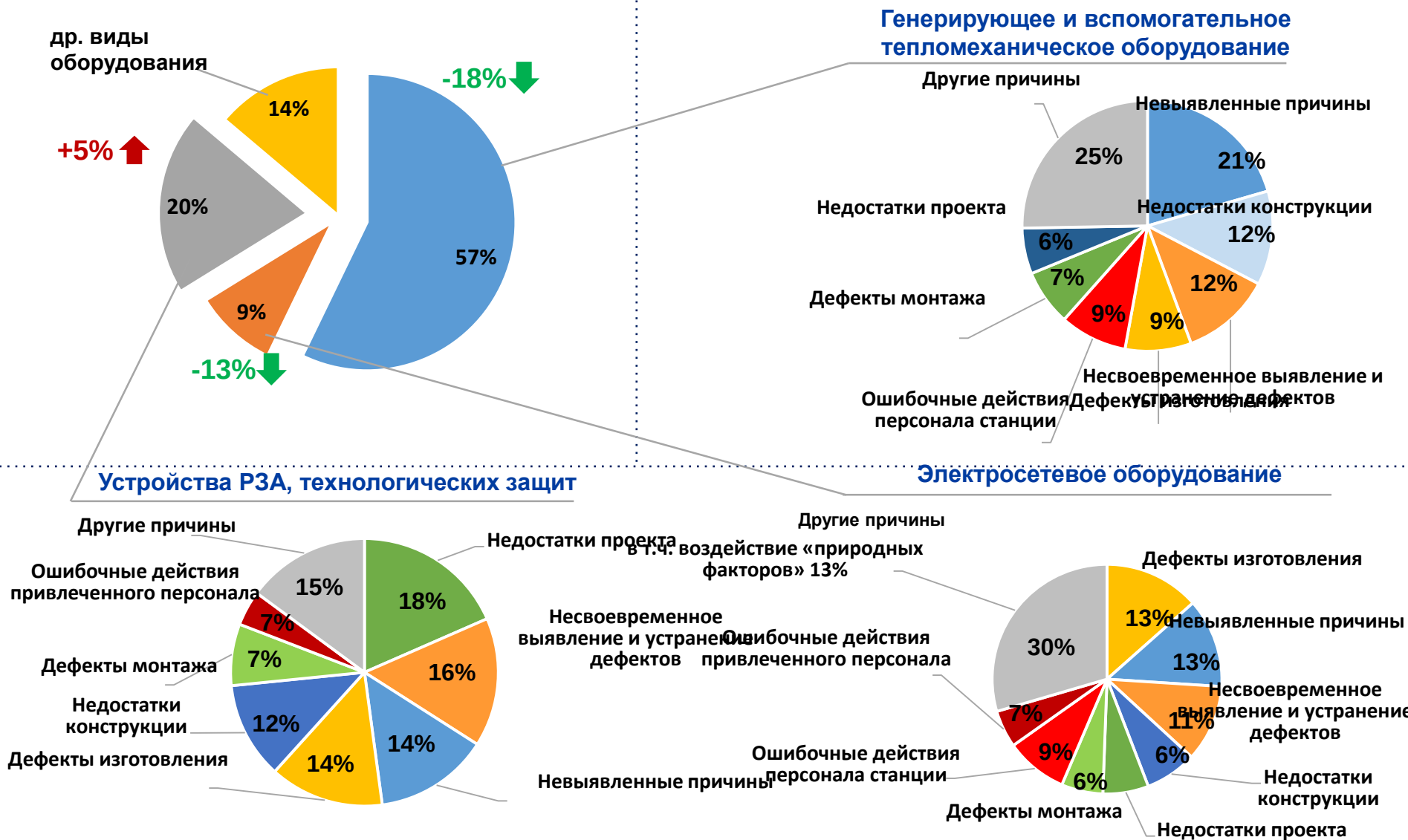




## 5. Аварийность в ЕЭС России

13

Основные причины аварий на электрических станциях, установленной мощностью 25 МВт и выше





# Применение анализа аварийности (на примере электросетевого хозяйства ОАО «РЖД»)

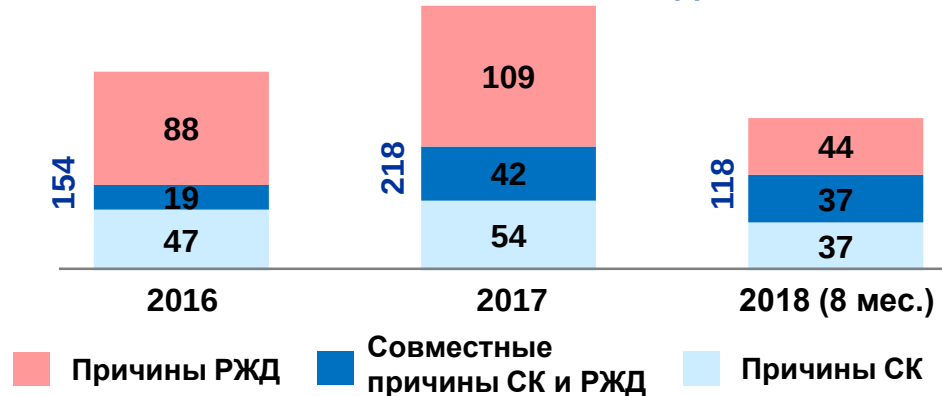
14

В 2009 г. создана Рабочая группа АО «СО ЕЭС», ПАО «Россети» и ОАО «РЖД» по вопросам повышения надежности электроснабжения объектов ОАО «РЖД»

## Основные задачи рабочей группы:

- Организация совместного расследования причин аварий в электроэнергетике и анализа причин аварийности
- Повышение наблюдаемости и управляемости ПС ОАО «РЖД»
- Разработка и реализации программ повышения надежности работы ПС ОАО «РЖД», работающих в составе ЕЭС России

Количество аварий, приведших к обесточению  
тяговых подстанций ОАО «РЖД»



ОАО «РЖД» крупная  
системообразующая  
электросетевая организация  
(~ 1,2 тыс. ПС 110-220 кВ,  
~ 2,6 тыс. км ВЛ 110-220 кВ)

## Основные причины аварий на электросетевых объектах ОАО «РЖД» :

- неудовлетворительное состояние основного оборудования тяговых подстанций из-за длительной эксплуатации и недостаточных объемов ремонта и замены – **72 % аварий**
- неправильная работа устройств РЗА из-за недостатков в проведении ТО устройств – **12 % аварий**
- отсутствие устройств РЗА и (или) выключателей – **6%**
- ошибочные действия оперативного персонала – **6%**



## Применение анализа аварийности (на примере электросетевого хозяйства ОАО «РЖД»)

15

- С марта 2017 г. расследование причин аварий на объектах ОАО «РЖД» и разработка противоаварийных мероприятий ведется соответствии с Правилами расследования аварий в электроэнергетике.
- Организован совместный с АО «СО ЕЭС» анализ причин аварий на объектах электросетевого хозяйства ОАО «РЖД» и разработка мероприятий по устранению выявленных недостатков
- В 2016 г. утвержден План мероприятий по повышению надежности электроснабжения объектов Забайкальской железной дороги
- В 2018 г. утвержден и ежегодно актуализируется Перечень мероприятий, направленных на повышение надежности и наблюдаемости внешнего электроснабжения тяговых подстанций ОАО «РЖД» в 2018-2025 годах. Мероприятия Перечня включены в ИП ОАО «РЖД»



### Основные мероприятия Перечня:

- установка/замена выключателей и оборудования 110 кВ и выше
- установка/замена устройств РЗА
- организация системам сбора и передачи информации для повышения управляемости и наблюдаемости тяговых ПС



### Мероприятия по техническому перевооружению 591 тяговой ПС, в т.ч.:

- по 5 тяговым ПС в 2018
- по 98 тяговым ПС в 2019



# Применение анализа аварийности (на примере повышения надежности работы электрических сетей в условиях гололедообразования)

16

- Анализ аварийных отключений ЛЭП из-за гололеда и механических удалений гололеда на ВЛ
- Анализ эффективности проведенных плавок гололеда на ЛЭП



**Разработка мероприятий по повышению надежности работы ЛЭП в условиях гололедообразования для их последующего включения в инвестиционные программы субъектов электроэнергетики.**



С 2014 года АО «СО ЕЭС» и ПАО «Россети» совместно формируют и ежегодно актуализируют Перечень мероприятий по повышению надёжности работы ЛЭП 110–500 кВ в условиях гололедообразования.

**В 2014–2017 годах выполнено 26 мероприятий:**

- введены в работу устройства плавки гололеда на 7 ПС
- организована плавка гололеда на 25 ВЛ 110–500 кВ

АО «СО ЕЭС» совместно с сетевыми компаниями разработан проект НПА «Требования по плавке гололеда на проводах и грозотросах ЛЭП», регулирующего организацию и эксплуатацию схем плавки гололеда на ЛЭП классом напряжения 6 кВ и выше. Планом Минэнерго России предусмотрен выпуск данного НПА в ближайшие полгода



## Применение анализа аварийности (на примере разработки НТД)

17

**Предпосылки возникновения и развития системных аварий – отсутствие/недостаточность требований, обязательных для заводов изготовителей, проектных организаций, субъектов электроэнергетики и потребителей, регулирующих:**

- **Согласованность настроек технологических защит с режимами работы оборудования**
- **Участие генерирующего оборудования в регулировании частоты и напряжения**
- **Периодичность и объемы технического обслуживания устройств РЗА**
- **Организацию технического и оперативного обслуживания ЛЭП, оборудования**
- **Контроль за производством монтажных работ и приемку устройств и оборудования в работу после монтажа**
- **Технические характеристики генерирующего оборудования, ЛЭП и электросетевого оборудования, обеспечивающие работу в составе энергосистемы**
- **Участие генерирующего оборудования в противоаварийном управлении**
- **Действия персонала при ликвидации аварийных ситуаций в энергосистеме**

**Разработка НТД**



# Применение анализа аварийности (на примере разработки НТД)

18

## Выпущены:

- Правила технологического функционирования электроэнергетических систем (утверждены постановлением ПП РФ от 13.08.2018 № 937)
- Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем и объектов электроэнергетики (утверждена приказом Минэнерго России от 12.07.2018 N 548)
- Правила организации технического обслуживания и ремонта объектов электроэнергетики (утверждены приказом Минэнерго России от 25.10.2017 № 1013)

## В разработке:

- Правила переключений в электроустановках
- Правила проведения испытаний и определения общесистемных технических параметров и характеристик генерирующего оборудования
- Требования по плавке гололеда на проводах и грозозащитных тросах линий электропередачи
- Требования к участию генерирующего оборудования в ОПРЧ
- Правила взаимодействия субъектов электроэнергетики, потребителей электрической энергии при подготовке, выдаче и выполнении заданий по настройке УРЗА
- Правила технического учета и анализа функционирования РЗА
- Требования к оснащению линий электропередачи и оборудования объектов электроэнергетики классом напряжения 110 кВ и выше устройствами и комплексами РЗА, а также к принципам функционирования устройств и комплексов РЗА
- Требования к системам возбуждения и автоматическим регуляторам возбуждения сильного действия синхронных генераторов
- Правила технического обслуживания устройств и комплексов РЗА
- Правила создания (модернизации) комплексов и устройств релейной защиты и автоматики в энергосистеме



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР  
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

**Спасибо за внимание**



## **Очередная конференция о технологической деятельности Системного оператора 21 ноября 2018 года**

### **Темы:**

- **Урегулирование отношений с субъектами электроэнергетики и потребителями электрической энергии**
- **Планы по техническому регулированию функционирования ЕЭС России (стандартизация, нормативно-технические документы)**
- **Обеспечение параллельной работы с зарубежными энергосистемами**
- **Проведение натурных системных испытаний оборудования и энергосистем**

**Регистрация на сайте АО «СО ЕЭС»**

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