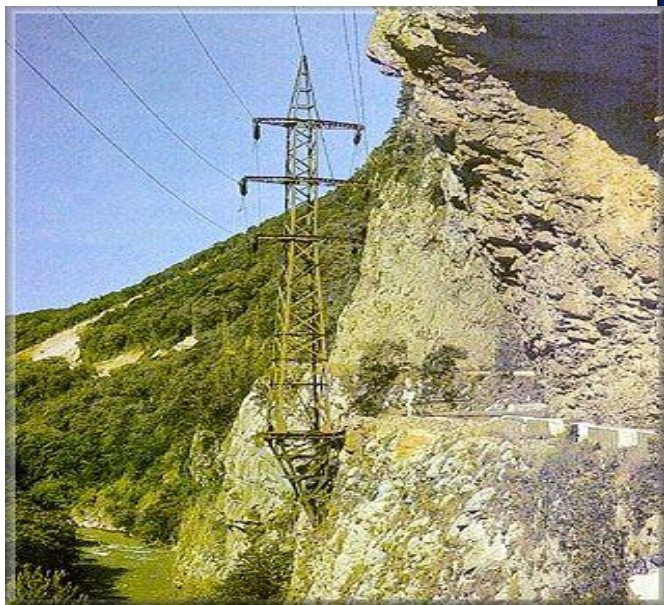




О некоторых аспектах метрологического обеспечения в электросетевом комплексе



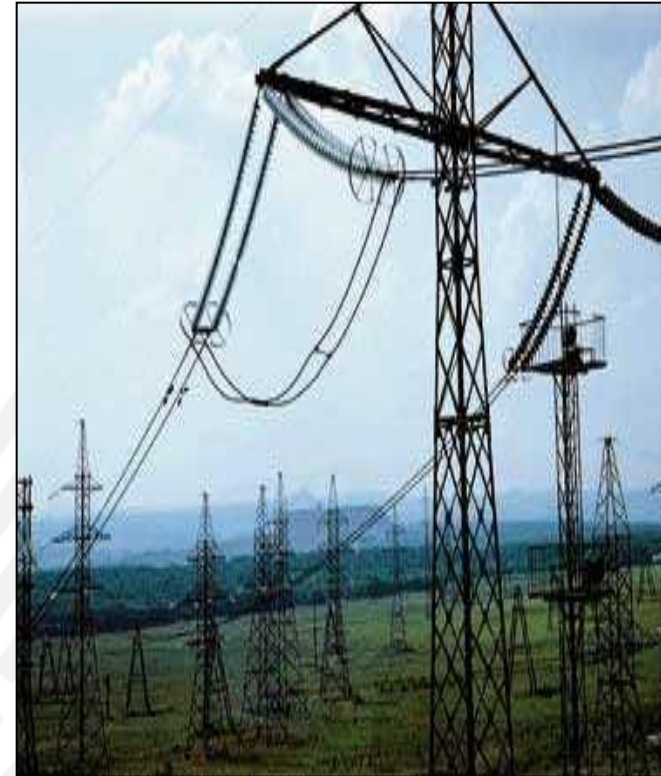
Чернецов В. Ф.

Заместитель Начальника Департамента
метрологического обеспечения и АСУ ТП, Главный
метролог ОАО «ФСК ЕЭС»

(495)710-91-98



- **ОАО «ФСК ЕЭС» создано 25 июня 2002 года**
- **В настоящее время ОАО «ФСК ЕЭС» обеспечивает функционирование более 134,4 тыс.км ЛЭП и 807 ПС общей трансформаторной мощностью более 305 тыс. МВА напряжением 110-1150 кВ.**
- **Отпуск электроэнергии из сетей ЕНЭС более 466 млрд. кВтч.**
- **Во исполнение Указа Президента N 1567 от 22 ноября 2012 года «Об ОАО Российские сети» завершается работа по объединению ОАО «Холдинг МРСК» и ОАО «ФСК ЕЭС»**





- **Контроль и мониторинг параметров электрических режимов магистральных сетей**
- **Контроль и мониторинг параметров основного оборудования ПС и линий**
- **Контроль и мониторинг качества электроэнергии**
- **Коммерческий учет электроэнергии на ОРЭМ**
- **Диагностика состояния оборудования, линий, зданий и сооружений**



Метрологическое обеспечение основных
производственных процессов ОАО «ФСК ЕЭС»

Передача и
распределение
электрической
энергии в ЕНЭС

Коммерческий
учет по точкам
измерений с
Контрагентами

Измерение
потерь
в ЕНЭС

Оперативно-
технологическое
управление
ЕНЭС

Измерение режимных
параметров сети на
объектах (ток,
напряжение,
мощность, частота,

Удаленное измерение
режимных параметров
объектов через АСТУ

Управление
ТОиР

Автоматизированные
диагностические измерения
(измерение состава газов в масле,
измерение влажности, температуры)

Приборная диагностика без отключения
(измерение параметров оборудования
(I, U, P, f, t-ра, давление, влажность,
плотность, расход), физико-химический
анализ, тепловизионные измерения)

Испытания с отключениями
(измерение параметров R_{xx} , $R_{кз}$, tgφ
регулируемые линейно-
угловые измерения, высоковольтные
испытания, измерение уставок
срабатывания релейной защиты)



1. Обеспечение единства и требуемой точности измерений находящихся в сфере государственного регулирования обеспечения единства измерений:

- для взаимных расчетов с контрагентами;
- для обеспечения безопасных условий труда;
- для обеспечения охраны окружающей среды, напряженности электрического поля;
- для испытаний, обеспечения промышленной безопасности;
- с применением эталонов единиц физических величин;
- осуществлении геодезической и картографической деятельности;
- осуществлении деятельности в области гидрометеорологии;

2. Обеспечение единства и требуемой точности измерений находящихся вне сферы государственного регулирования обеспечения единства измерений:

- технологических и телеметрических измерений параметров для обеспечения оперативно-диспетчерского управления;
- технологических измерений параметров оборудования при проведении всех видов диагностики, пуско-наладочных и пусковых испытаний.





- ✓ обеспечение единства и нормируемой точности измерений в ЕНЭС;
- ✓ формирование и реализация методологии метрологического обеспечения технологического процесса передачи, преобразования и распределения электрической энергии в ЕНЭС, в том числе метрологического обеспечения при проектировании, монтаже, проведении ремонтно-эксплуатационных и наладочных работ основного оборудования и информационно-измерительных систем АИИС КУЭ, АСУ ТП, диагностики и др;
- ✓ реализация технической политики в части внедрения современных средств измерений, систем диагностики, информационно-измерительных систем и комплексов, том числе АИИС КУЭ, АСУ ТП, ОУИК АСДУ, совершенствование методов их поверки, калибровки, а также внедрения автоматизированного контрольно-измерительного оборудования, поверочных стендов (эталонов);
- ✓ обеспечение контроля (периодического/внепланового) технического состояния СИ (осмотры, технические освидетельствования, обследования);
- ✓ осуществление метрологического контроля за применением средств измерений, аттестованными МВИ, соблюдением метрологических правил и норм, нормативных документов по обеспечению единства измерений;
- ✓ обеспечение своевременности представления средств измерений на испытания в целях утверждения типа, а также на поверку и калибровку;
- ✓ организация и разработка организационно-технических мероприятий по повышению эффективности производственных процессов на основе совершенствования технологии измерений.



- Линейно-угловые;
- Параметры потока, расхода, уровня;
- Давления;
- Состава растворенных газов, влажности;
- Теплофизические и температурные;
- Времени и частоты;
- Электрические и магнитные величины;
- Радиоэлектронные;
- Акустические величины;
- Оптические и оптико-физические.

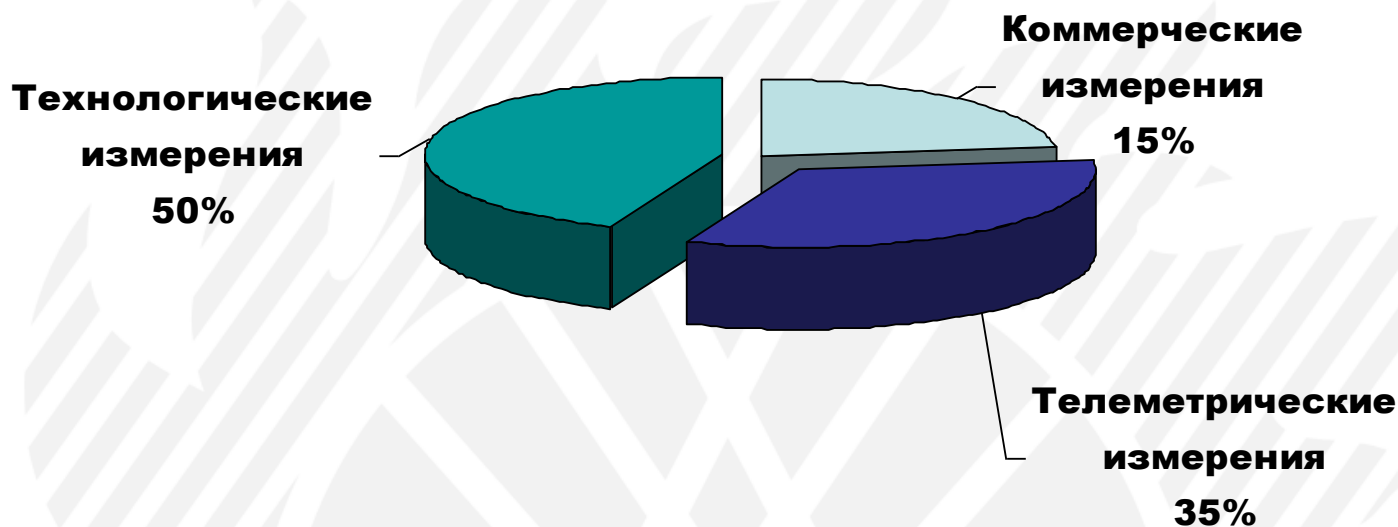


В производственно-технологических процессах используется более 500 тыс. шт. СИ, в том числе:

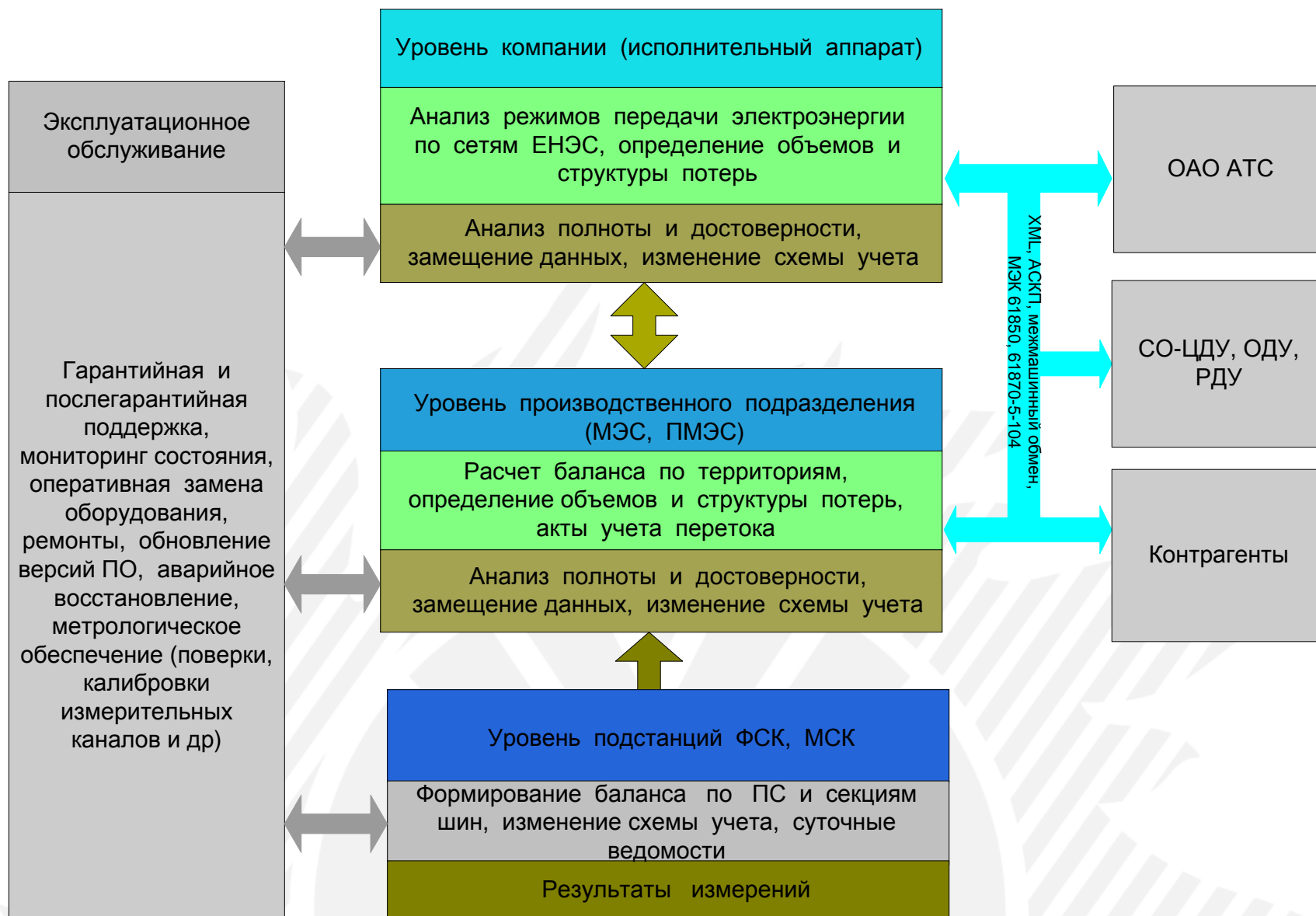
- **Более 25 тыс. приборов учета;**
- **Более 85 тыс. измерительных трансформаторов;**
- **Более 300 тыс. СИ участвующих в измерениях параметров оборудования и сети;**
- **АСУТП (Около 890 щитов управления, 50–ти АСУ ТП).**
 - ✓ практически исключены случаи применения не поверенных СИ коммерческого учета (счетчики и измерительные трансформаторы тока и напряжения);
 - ✓ из-за сезонности выполнения работ имеются случаи применения некалиброванных средств измерений в технологических процессах передачи, преобразования и распределения электрической энергии в сетях ЕНЭС;



1. Коммерческий и технический учет электроэнергии (ТТ, ТН, Счетчики, УСПД)
2. Телеметрические измерения ОДУ (ТМ, Регистраторы, АСУ ТП, ...)
3. Технологические измерения при эксплуатации (Устройства измерения и диагностики, Эталоны, Щитовые приборы, Самописцы)



Функциональная структура АИИС КУЭ ЕНЭС ОАО «ФСК ЕЭС»





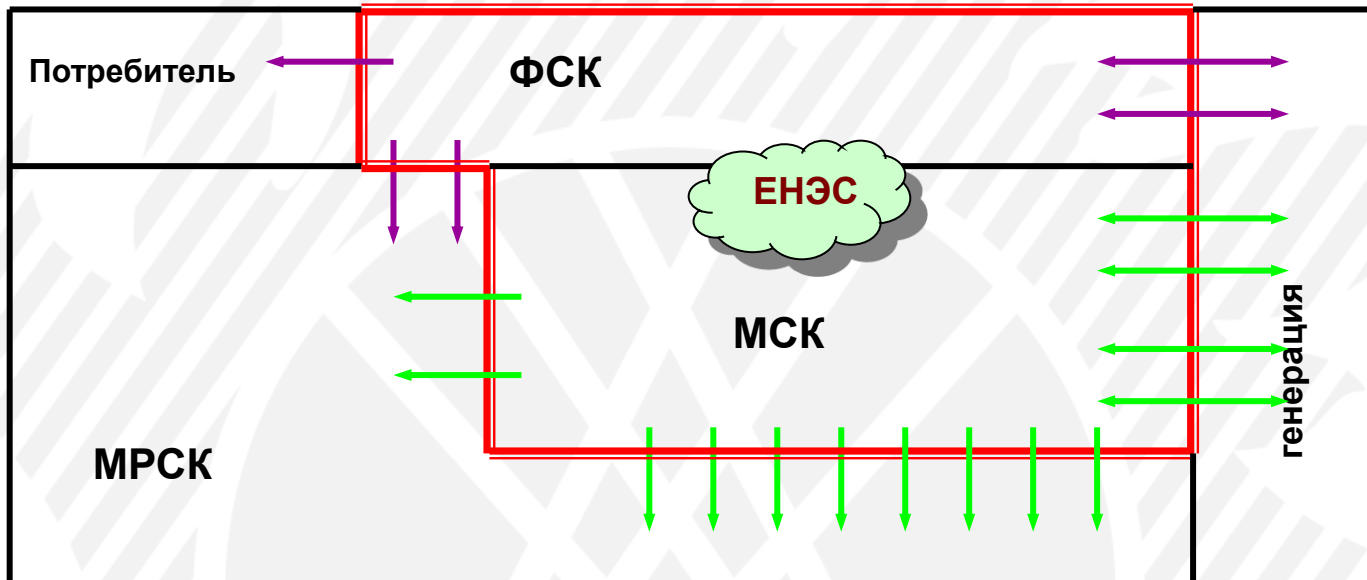
Всего точек учета по границе ЕНЭС: 25330

коммерческого
технического

19387
5943

Позволяет осуществлять

- ➔ Измерение активной и реактивной электроэнергии
- ➔ Расчет балансов электроэнергии по:
 - ➔ секциям шин и подстанциям (791 энергообъектов)
 - ➔ филиалам ОАО «ФСК ЕЭС» - МЭС Северо - Запада, Центра, Юга, Волги, Урала, Западной Сибири, Сибири, Востока





Метрологическое обеспечение в ОАО «ФСК ЕЭС» для функционирования на ОРЭМ

Проведение метрологической экспертизы разрабатываемого технического задания и проектной документации (п.6.1 ГОСТ Р 8.596)

Измерение электроэнергии на базе аттестованных методик выполнения измерений (Ст.9 Закона РФ «Об обеспечении единства измерений»)

Утверждение типа средств измерений, внесение в Гос. реестр средств измерений (п.7.1.2 ГОСТ Р 8.596)

Приемка, поверка и контроль на этапе внедрения и эксплуатации (п.8 ГОСТ Р 8.596)



Целью АСТУ является автоматизация деятельности ФСК ЕЭС по оперативно-технологическому управлению ЕНЭС и оперативно-диспетчерскому (совместно с Системным Оператором).

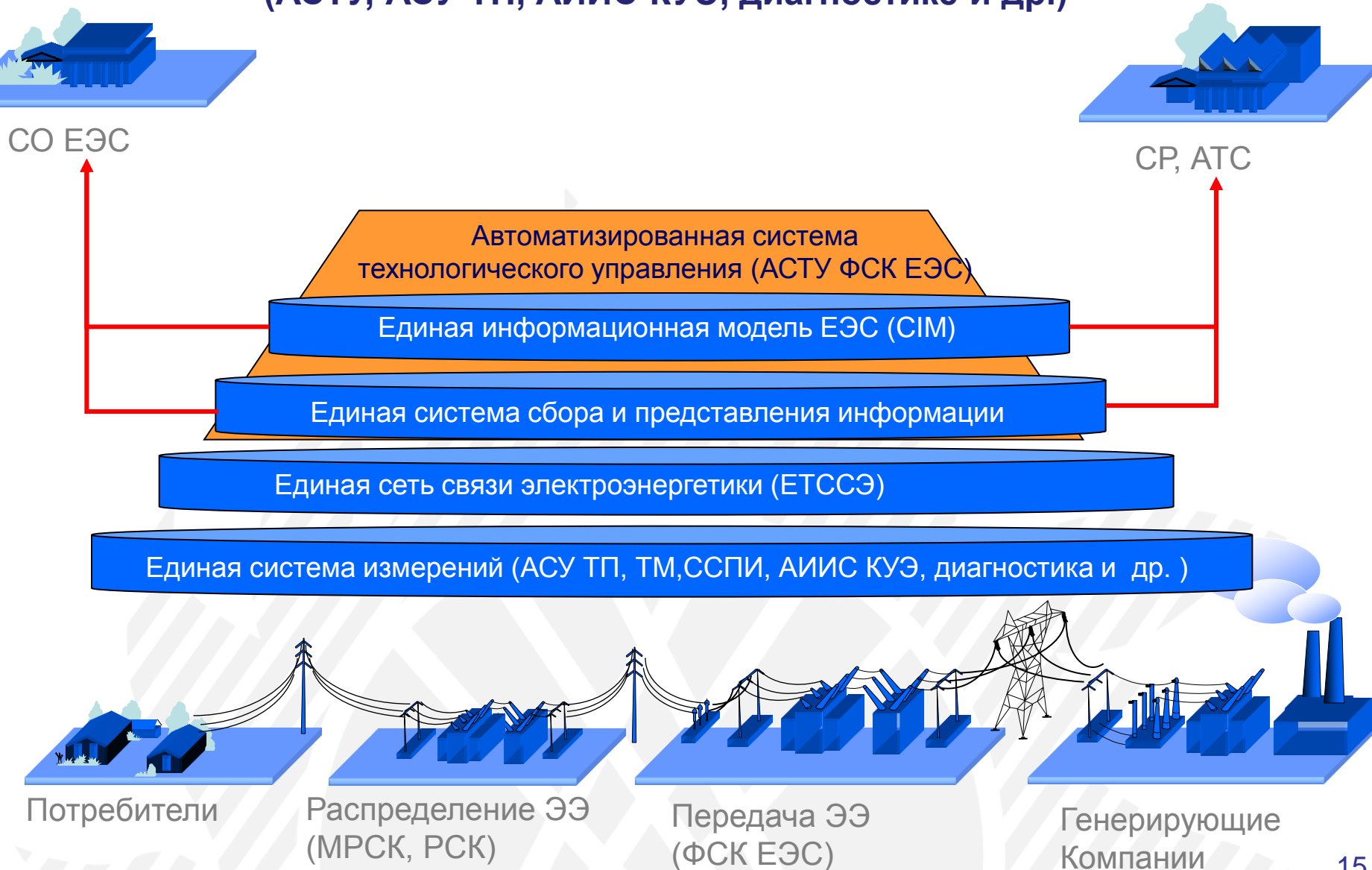
Функциональное назначение АСТУ:

- Оперативный контроль и управление объектами ЕНЭС на основе **измеренных данных** в рамках диспетчерского управления режимами работы ЕЭС, осуществляемого Системным оператором
- Контроль состояния, **измеренных параметров оборудования и сети** для оперативно - технологического управления электросетевыми объектами состояния надежности
- Мониторинг оборудования (регистрация событий и контроль работы основного оборудования, АСУ ТП, РЗА ПА, ССПИ, ТМ и др, контроль режимных ограничений и т.д.)
- Мониторинг технического состояния оборудования ПС и ЛЭП на основе **измеренных данных** диагностики и дистанционное зондирования для обеспечения ТОиР
- Ведение расчетных и оперативных схем ЕНЭС
- Ведение и оптимизация режима ЕНЭС по напряжению и реактивной мощности
- Расчеты, анализ и управление потерями в электрических сетях
- Расчет ТКЗ и уставок РЗА ПА
- Контроль и анализ внешних воздействий на сеть (климатические условия, пожары, грозы, обледенение проводов и т.д.)
- Обеспечение оперативных мероприятий для выполнения ремонтов и действий в аварийных и чрезвычайных ситуациях
- Планирование развития ЕНЭС в условиях многофакторной оптимизации

Единая система измерения в инфраструктуре управления производством



(АСТУ, АСУ ТП, АИИС КУЭ, диагностике и др.)





МО АСУ ТП, РЗА ПА и др. осуществляется в соответствии с СТО 56947007- 29.240.126-2012 "Типовой порядок организации и проведения МО информационно-измерительных систем в ОАО "ФСК ЕЭС", разработанного на основании требований Технической политики ОАО "ФСК ЕЭС":

1. на этапе проектирования:

формирование требований к нормам точности измерения параметров; нормирование, расчет метрологических характеристик (МХ) измерительного канала (ИК); определение области применения ИК АСУ ТП, то есть отнесение ИК к сфере ГРОЕИ; метрологическая экспертиза и/или согласование технической документации;

2. на этапе ввода в эксплуатацию:

испытания по приемке в эксплуатацию; испытания ИК АСУ ТП, относящихся к сфере ГРОЕИ с целью утверждения типа, утверждение типа ИС и испытание на соответствие утвержденному типу; первичная поверка/калибровка ИК; разработка и аттестация методик (методов) измерений; метрологическое обследование ИК с оформлением паспортов-протоколов ИК;

3. на этапе постоянной эксплуатации:

периодическая поверка/калибровка АСУ ТП, и СИ, входящих в состав ИК; метрологический надзор за состоянием и применением АСУ ТП, СИ, применением МИ, соблюдением метрологических правил и норм.

4. СИ в составе ИК АСУ ТП должны быть утвержденного типа внесены в Госреестр СИ и аттестованы на соответствие требованиям Общества.

5. Классы точности (КТ) устанавливаются действующими СТО и НД:

- АСУ ТП: ТТ, ТН на присоединениях ниже 110 кВ – 0,5; на 110 кВ и выше – не хуже 0,2; ИП/контроллеры – не хуже 0,5;
- РЗА ПА: ТТ – 10Р, ТН – 0,5; 1,0; 3Р;

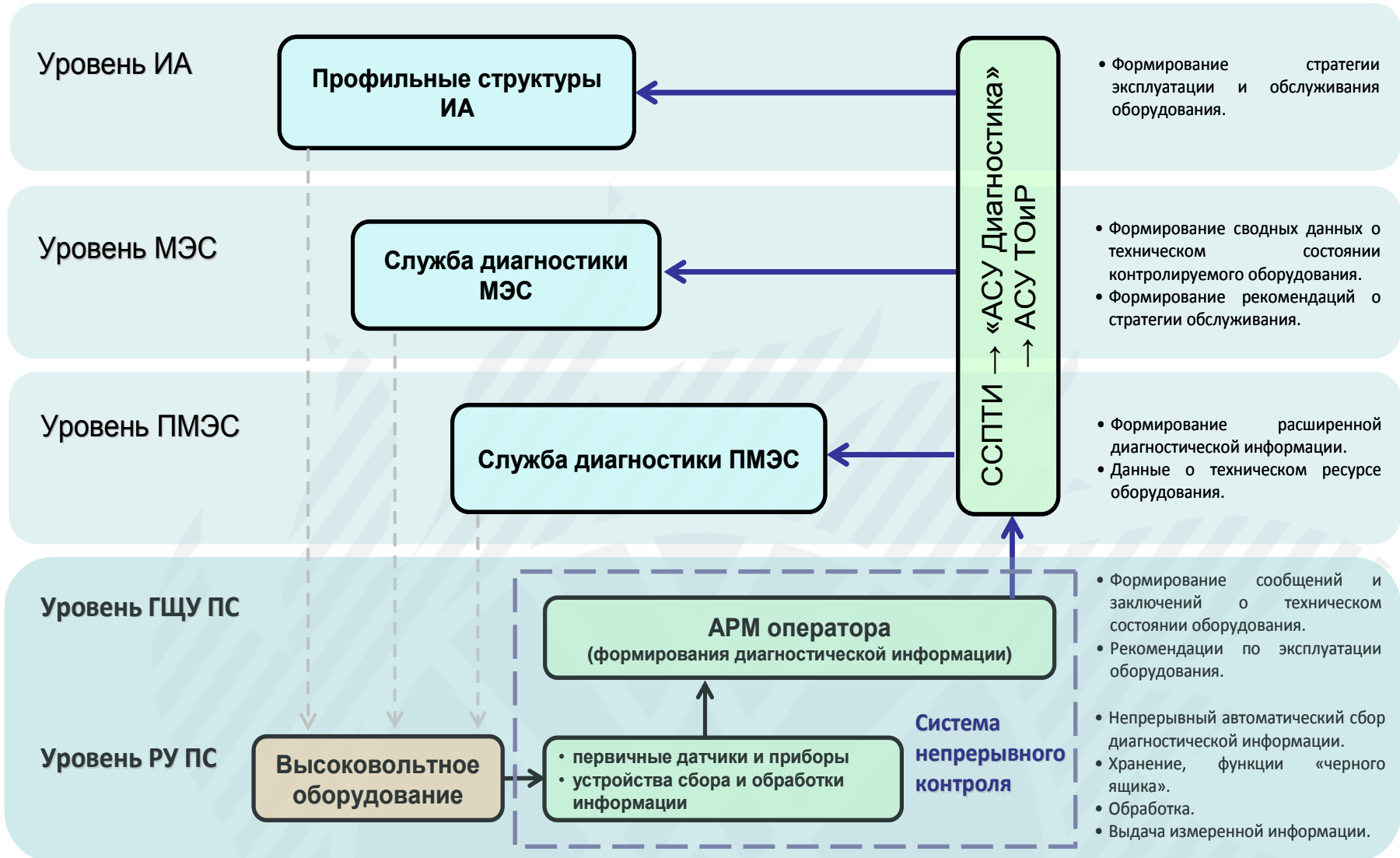
6. Проведение проверок работоспособности РЗА ПА, АСУ ТП с применением СИ (с КТ 0,2 -0,5), прошедших метрологическое освидетельствование (поверка/калибровка)



Основные цели и задачи применения систем автоматической диагностики:

1. Оперативность в принятии решений, исключающих неконтролируемое развитие аварийного дефекта, повышение электробезопасности профильного персонала, **выполняющего измерения** на электроустановках;
3. Снижение человеческого фактора в процессе подготовки объекта к испытаниям, при выполнении испытаний и формировании протоколов испытаний, за счет использования стационарных схем **автоматических измерений** и автоматизированного протоколирования результатов диагностики;
4. Моделирование остаточного ресурса и нагрузочной способности оборудования, основанного на **реально измеренных эксплуатационных параметрах** с учетом режима и условий эксплуатации оборудования на основе математических моделей, характеризующих процессы, возникающие в оборудовании при эксплуатации.
5. Автоматическая передача **измеренных результатов диагностики** в информационные системы учета и планирования ОАО «ФСК ЕЭС», обеспечение всей вертикали управления ОАО «ФСК ЕЭС» достоверной информацией о техническом состоянии оборудования подстанций и линий электропередачи в масштабе реального времени.
6. Применение результатов **измерений** автоматической диагностики в профильных подразделениях ПМЭС, МЭС, ИА для анализа технического состояния и планирования стратегии обслуживания сети.
7. Получение и обработка **на основе измеренных данных** массива диагностической информации о состоянии электрооборудования подстанций и ВЛ, необходимого и достаточного для организации ремонтно-эксплуатационного обслуживания оборудования по техническому состоянию и управления ресурсом электрооборудования.

Структурная схема контроля высоковольтного оборудования ОАО «ФСК ЕЭС» на базе систем





1. Закон РФ «О техническом регулировании» (от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ);
2. Закон РФ «Об обеспечении единства измерений»(26.06.2008 №102-ФЗ);
3. Федеральный закон «Об электроэнергетике» (26.03.2003 г. № 35 – ФЗ);
4. Постановление ПРФ от 31 октября 2009 г. N 879 Об утверждении Положения « О единицах величин, допускаемых к применению в РФ»
5. Постановление Правительства Российской Федерации от 6 апреля 2011г. № 246 «Об осуществлении государственного метрологического надзора».
6. Приказ Минпромторга России от 17 июня 2009 года N 529 «Стратегия обеспечения единства измерений в России до 2015 года»
7. ГОСТ Р ИСО 10012-2008 «Система менеджмента измерений. Требования к процессам измерений и измерительному оборудованию»;
8. Положение о порядке получения статуса субъекта ОРЭ и ведения реестра субъектов ОРЭ (Утверждено решением НС НП «АТС» 14 июля 2006г);
9. Приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 26.08.2008 № 359 «О формировании метрологической службы ОАО «ФСК ЕЭС»»;
10. Приказ ОАО «ФСК ЕЭС» от 22.12.2010 № 072 «Об утверждении Положения о метрологической службе ОАО «ФСК ЕЭС»»;



- Во всех МЭС созданы, но не полностью укомплектована численность структурных подразделений метрологического обеспечения, в соответствии Приказом от 26.08.2008 № 359 «О формировании метрологической службы ОАО «ФСК ЕЭС», что не обеспечивает полноценного решения задач метрологического обеспечения;
- Из-за недостатка финансирования не завершена работа по формированию единого реестра средств измерений применяемых в ОАО «ФСК ЕЭС» (существующие реестры средств измерений в МЭС нуждаются в дополнении и уточнении по результатам энергетических обследований энергообъектов);
- Большой объем работ по метрологическому обеспечению и поверкам выполняется сторонними организациями и уполномоченными организациями Ростехрегулирования;
- Не в полном объеме осуществляются работы по метрологическому обеспечению при проведении реконструкции и технического перевооружения объектов электросетевого комплекса, а также при эксплуатации, техническом обслуживании и проведении ремонтов.



- В ФЗ от 26.06.2008 №102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений» отсутствуют требования по метрологическому обеспечению измеряемых параметров не подпадающих под Государственное регулирование;
- Юр. лица в добровольном порядке могут принять решение по выполнению метрологического обеспечения для измерений, не подпадающих под Государственное регулирование, так и полностью отказаться от этих работ;
- Задача Правительство РФ по минимизации операционных расходов для стабилизации роста тарифов на электроэнергию;

Последствия:

- Имеются трудности по выполнения минимально необходимых норм и требований по метрологическому обеспечению производственно-технологических процессов;
- В конечном итоге это сказывается на надежности и качества предоставления услуги на транспорт электроэнергии.



Средство измерений - техническое средство, предназначенное для измерений;

Средство измерений - техническое устройство, предназначенное для измерений (используются для определения величин, единицы которых допущены в установленном порядке к применению в Российской Федерации и должны соответствовать условиям эксплуатации и установленным требованиям);

Средство измерений - техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и/или хранящее единицу фактической величины, размер которой принимают неизменным в пределах установленной погрешности в течении известного интервала времени;

Средство измерений – носитель шкалы физической величины предназначенной для измерений и имеющий нормированные метрологические характеристики;



Волоконно-оптический датчик тока (ВОДТ)



Ведущие зарубежные производители давно выступают против проведения поверки ИТ в условиях эксплуатации, поскольку гарантируют их надёжную работу и стабильность метрологических характеристик в течение всего срока их эксплуатации.

Мобильный эталонный трансформатор NUES 750





- **Правительство РФ уже который год ставит задачу по минимизации операционных расходов и стабилизации тарифов на электроэнергию.**
- **на сегодняшний день есть достаточно оснований для принятия решения вместо периодической поверки каждые четыре года, как было ранее проводить поверки высоковольтных измерительных трансформаторов только при выпуске из производства и при выпуске из ремонта.**
- **Из всего этого следует, вопрос назрел и требует своего разрешения.**



- 1. Невозможно провести испытания типа и последующую поверку «цифрового» счётчика при условии использования исключительно цифровой информационной шины стандарта IEC 61850-9-2LE.**
- 2. Невозможно провести испытания типа и последующую поверку электронных трансформаторов тока и напряжения, содержащих исключительно цифровые интерфейсы, по стандарту IEC 61850-9-2LE.**
- 3. Невозможно провести поверку в настоящее время цифровых СИ, без цифроаналогового или аналого-цифрового преобразования**
- 4. На данный момент отсутствуют методики и цифровые эталонные средства поверки.**



- Требования к методологии метрологического обеспечения цифровых технологий;
- Методические рекомендации по формированию оптимальных требований к нормированию точности измеряемых параметров в ИС ЦПС (для РЗА и ПА, АСУ ТП частота дискретизации-80т. на период, для ПКЭ, Эл/счетчиков-256т. на период);
- Требования к поверке измерительных каналов и измерительных компонентов ИС ЦПС;
- Требования к эталонной базе для целей поверки и испытаний компонентов и ИК ИС ЦПС;
- Методические рекомендации по формированию алгоритмов обработки результатов измерений цифровых данных программным обеспечением.



Отсутствие или ненадлежащее метрологическое обеспечение измерений, несоответствие норм точности, состояния и условий эксплуатации СИ требованиям НД может привести к росту финансовых рисков:

1. В области коммерческих измерений, подпадающих под Государственное регулирование:

- неэффективное использование средств, вложенных в создание и развитие АИИС КУЭ и АСУ ТП ОАО «ФСК ЕЭС».
- рост потерь и небалансов электроэнергии, которые влекут за собой рост платежей при покупке потерь электроэнергии, а также снижение объемов платежей за транспорт электроэнергии по сетям ЕНЭС;
- отсутствие аргументации квалифицированно отстаивать интересы компании в конфликтных ситуациях со смежными контрагентами;
- искажение результатов хозяйственной деятельности компании, в конечном итоге проводящие к финансовым убыткам.

2. В области телеметрических измерений:

- принятия необоснованных решений по организации ремонтных схем при проведении ремонтов, персоналом диспетчерских служб ЦУС, ошибок при планировании режимов СО;
- принятие ошибочных решений при ликвидации аварийных ситуаций в сетях ЕНЭС.

3. В области технологических измерений:

- снижение **точности измерений** при проведении диагностических, пусковых и послеремонтных испытаний может привести к выходу из строя первичного оборудования ПС «ФСК ЕЭС» и несчастным случаям



Требуется:

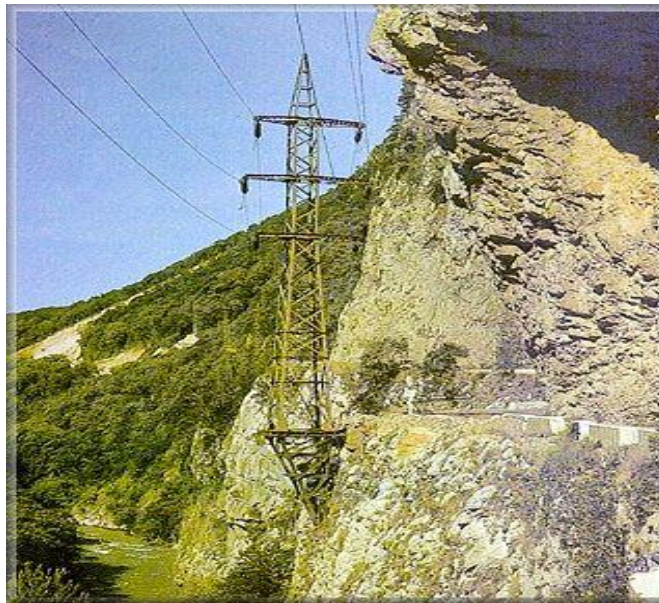
- ✓ **Модернизация средств измерений ПС ЕНЭС, применяемых для оперативного контроля технологических параметров оборудования и управления сетью, достигается за счет образующейся экономии из-за увеличения срока службы современных СИ, увеличения межповерочных, межкалибровочных интервалов и следовательно снижения затрат на их техническое обслуживание и ремонт;**
- ✓ **Внедрение методов и средств поверки счетчиков электроэнергии на местах их эксплуатации на ПС 220 – 750 кВ ОАО «ФСК ЕЭС**
- ✓ **Разработка методов и средств измерения по раннему обнаружению отложения гололеда на линиях электропередач**
- ✓ **Разработка и внедрение методов и средств измерений параметров сети и энергетического оборудования на основе нанотехнологий, оптоэлектронных технологий, ультразвуковых и радиолокационных принципов**
- ✓ **Разработка и внедрение инновационных измерений при реализации создании интеллектуальных электроподстанций, с применением цифровых и оптоэлектронных технологий**



- Переход на цифровые технологии всех видов измерений, в том числе цифровое измерение тока и напряжения в высоковольтных цепях с нормированной точностью, предусмотренной регламентами ОРЭ и НТД;
- Модернизация морально и физически изношенного измерительного оборудования на многофункциональные высокотехнологичные СИ с увеличенными межповерочными интервалами;
- Организация поверок и калибровок средств измерения, входящих в измерительные каналы АИИС КУЭ, телемеханики, АСТУ, АСУ ТП;
- Организация мероприятий по повышению точности измерений особо важных технологических параметров, влияющих на надежность электроснабжения, промышленную и экологическую безопасность;
- Переход к отображению результатов измерений на мониторах пультов управления всех уровней иерархии оперативно-технологического управления с нормированной точностью;
- Резервирование результатов измерений с отображением на локальных щитах управления;
- Обеспечение высоконадежных, в отдельных случаях с повышенной точностью измерений электрических и неэлектрических величин (давление, плотность и т.д.), особенно сосудов под давлением, с увеличенными межповерочным, межкалибровочным интервалом);
- Обеспечение внутренней сертификации АСУ ТП, телеметрии в части предоставляемых измерений с нормированной точностью.



Благодарю за внимание



E-mail: cernetsov-vf@fsk-ees.ru

Тел: 710-91-98



- **Единство измерений** - состояние измерений, при котором их результаты выражены в узаконенных единицах величин и погрешности измерений не выходят за установленные границы с заданной вероятностью;
- **Измерение** - совокупность операций по применению технического средства, хранящего единицу физической величины, обеспечивающих нахождение соотношения (в явном или неявном виде) измеряемой величины с ее единицей и получение значения этой величины.
- **Метрологическая служба** – совокупность субъектов, деятельности и видов работ, направленных на обеспечение единства измерений;
- **Государственное регулирование** - деятельность, осуществляемая органом Государственной метрологической службы (государственный метрологический контроль и надзор) или метрологической службой Юридического лица в целях проверки соблюдения установленных метрологических правил и норм;
- **Метрологическое обеспечение**- совокупность субъектов, деятельности и видов работ выполняемых метрологической службой, направленных на обеспечение единства измерений, метрологического контроля и надзора за соблюдением установленных метрологических правил и норм;
- **Средство измерений** - техническое устройство, предназначенное для измерений (используются для определения величин, единицы которых допущены в установленном порядке к применению в Российской Федерации и должны соответствовать условиям эксплуатации и установленным требованиям);
- **Измерения** должны осуществляться в соответствии с аттестованными в установленном порядке методиками измерений, порядок разработки и аттестации методик измерений определяется уполномоченными органами Ростехрегулирования.



Средство измерений - техническое средство, предназначенное для измерений;

Средство измерений - техническое устройство, предназначенное для измерений (используются для определения величин, единицы которых допущены в установленном порядке к применению в Российской Федерации и должны соответствовать условиям эксплуатации и установленным требованиям);

Средство измерений - техническое средство, предназначенное для измерений, имеющее нормированные метрологические характеристики, воспроизводящее и/или хранящее единицу фактической величины, размер которой принимают неизменным в пределах установленной погрешности в течении известного интервала времени;

Средство измерений – носитель шкалы физической величины предназначенной для измерений и имеющий нормированные метрологические характеристики;