



ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМАМ РЗА ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ СИСТЕМНОЙ НАДЕЖНОСТИ

**Заместитель главного диспетчера ОАО «СО ЕЭС»
Жуков Андрей Васильевич**



ОАО «Системный оператор Единой энергетической системы» (ОАО «СО ЕЭС») – инфраструктурная организация российской энергетики – создано 17 июня 2002 года.

Миссия:

Обеспечение надежного функционирования и развития Единой энергетической системы (ЕЭС) Российской Федерации, создание условий для эффективного функционирования рынка электроэнергии (мощности).

В процессе создания ОАО «Системный оператор» достигнуты целевые установки, сформулированные перед началом реформы российской электроэнергетики:

1. Независимость

ОАО «СО ЕЭС» – акционерное общество, 100% акций которого принадлежат государству.

2. Объективность

ОАО «СО ЕЭС» не имеет собственных коммерческих интересов на рынке электроэнергии. Единственным источником дохода Системного оператора является тариф, регулируемый государством.

3. Регламентированность

Права и обязанности ОАО «СО ЕЭС» определены на государственном уровне Федеральным законом «Об электроэнергетике» и Постановлением Правительства «Об утверждении правил оперативно-диспетчерского управления в электроэнергетике».



В структуру Системного оператора входят:

- **Исполнительный аппарат**, включая Центральное диспетчерское управление (ЦДУ), г. Москва;
- **7 Объединенных диспетчерских управлений (ОДУ);**
- **59 Региональных диспетчерских управлений (РДУ);**
- **Научно-исследовательский институт по передаче электроэнергии постоянным током высокого напряжения (НИИПТ).**





- **Основная цель деятельности ОАО «СО ЕЭС»:**
обеспечение надежного энергоснабжения и качества электроэнергии, соответствующих требованиям технических регламентов и иных нормативных актов путем непрерывного управления производством, передачей и распределением электроэнергии

Ключевые задачи:

1. Обеспечение надежного функционирования ЕЭС России в реальном времени.

2. Обеспечение перспективной надежности функционирования ЕЭС России.

3. Технологическое обеспечение функционирования оптового рынка электроэнергии и мощности.

Обеспечение надежного функционирования и развитие систем автоматического управления режимом работы энергосистем, противоаварийной автоматики и релейной защиты.



Каждый диспетчерский центр ОАО «СО ЕЭС» составляет перечень ЛЭП, оборудования и устройств, влияющих на электроэнергетический режим, в отношении которых он осуществляет диспетчерское управление и ведение – перечень объектов диспетчеризации.

В целом по ЕЭС России в число объектов диспетчеризации входят:

- **2 400** генераторов;
- **10960** ЛЭП 110-1150кВ;
- **5 200** автотрансформаторов, трансформаторов и реакторов;
- **6 500** систем сборных шин;
- **25 300** высоковольтных выключателей.

Объекты диспетчеризации расположены на **6 800** электростанциях и подстанциях.

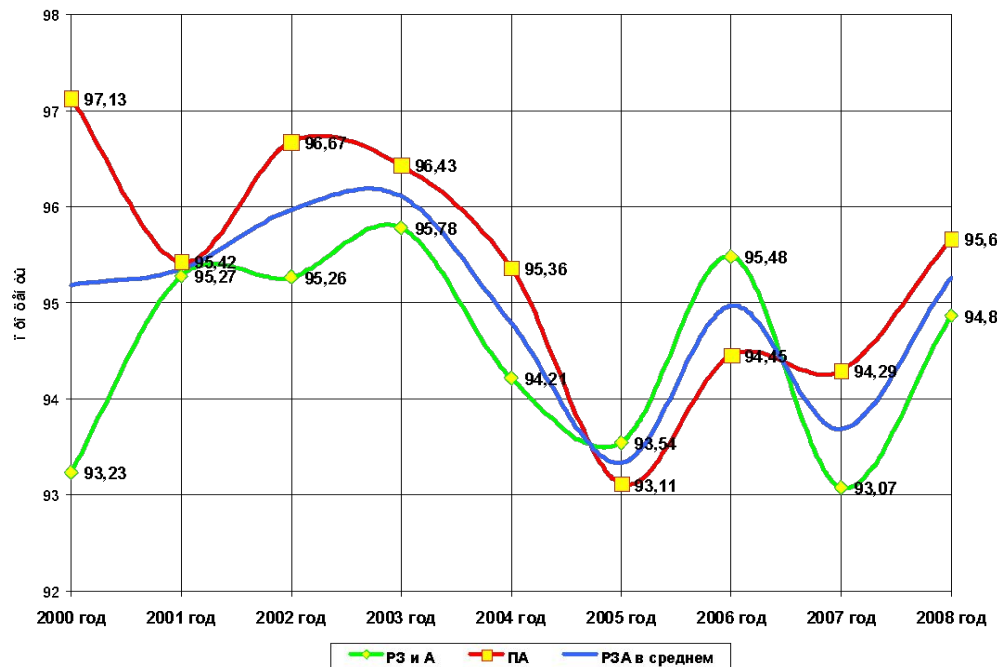
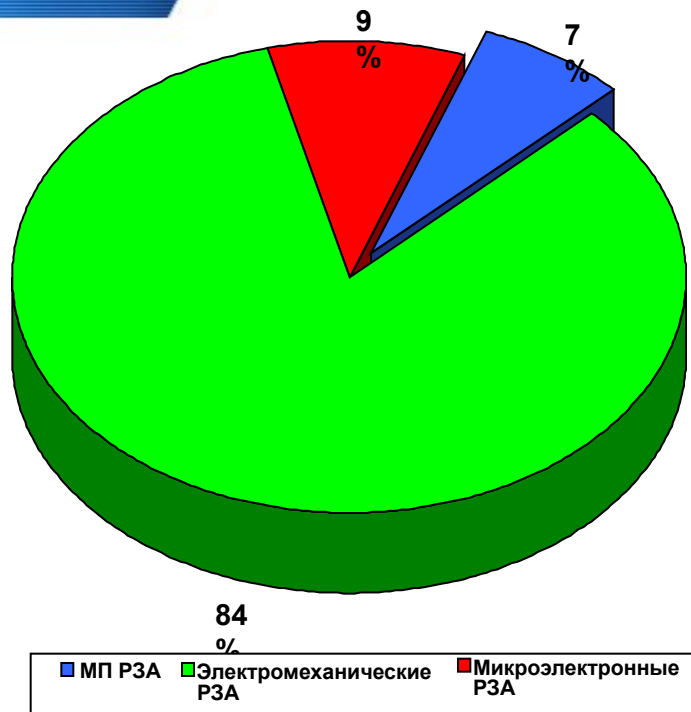
С учетом устройств РЗА, телемеханики и связи общее количество объектов диспетчеризации – **сотни тысяч**:

- устройств РЗА - более **400000**;
- в ЦДУ и ОДУ до **8 500** объектов диспетчеризации на каждый ДЦ;
- в РДУ от **2 000** до **29 000** тысяч (Московское РДУ).

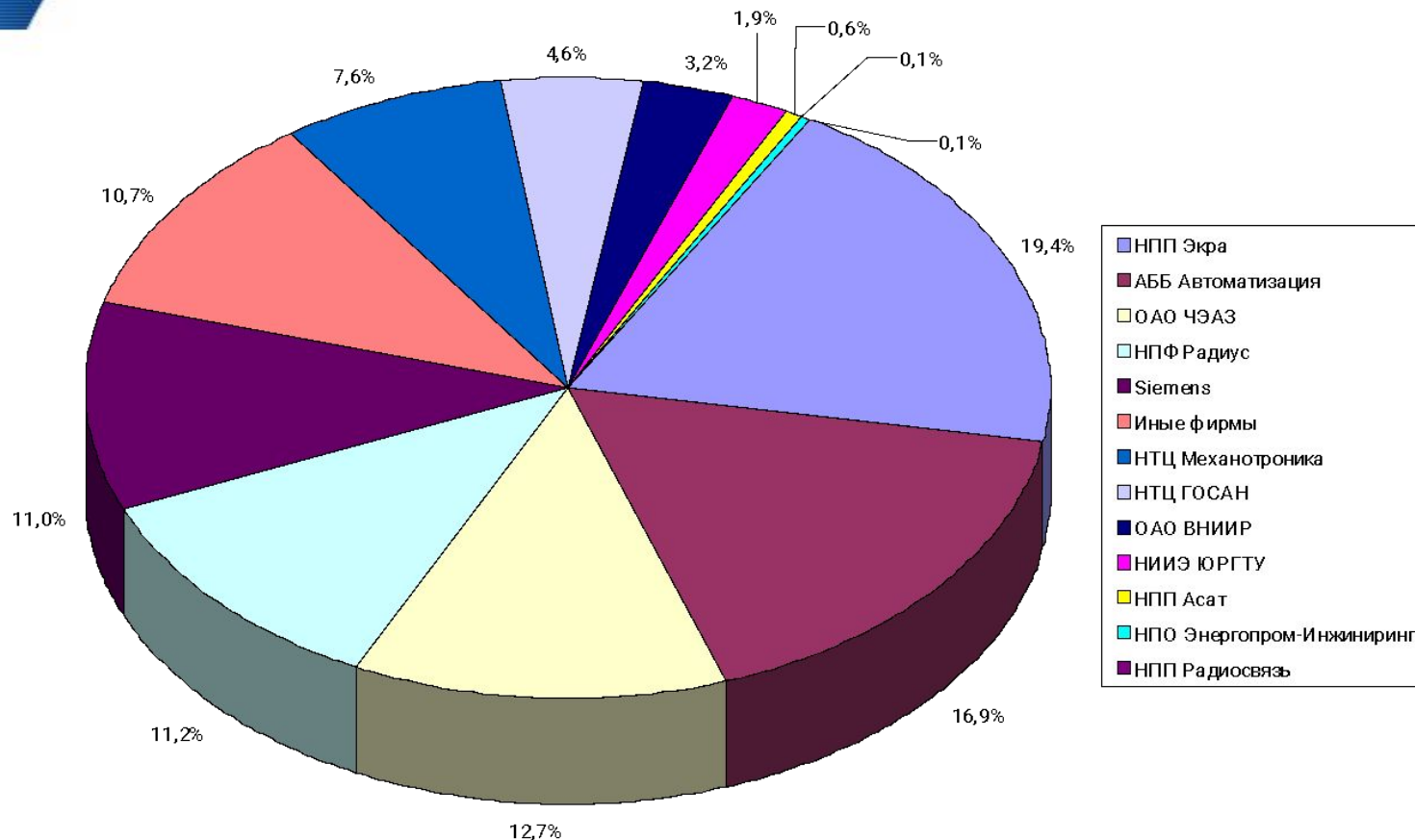


Оснащенность устройствами РЗА ЛЭП и оборудования 110-750 кВ

6



- Системы РЗА энергосистем России благодаря совершенству идеологии их построения работают надёжно и стабильно (В сети 330-750 кВ: К прав. работы РЗ - 94,6% , ПА - 95,32%).
- Однако, большинство этих систем, выполненных на электромеханической и полупроводниковой элементной базе, выработало срок службы, и нуждаются в замене.
- Ввод новых и модернизация действующих систем РЗА выполняется на базе цифровых устройств. Перевод систем РЗА на новую технику будет продолжаться ещё длительное время.



- В ЕЭС России внедряются цифровые устройства РЗА более двух десятков отечественных и зарубежных производителей. Широкая номенклатура внедряемых технических средств делает невозможным ориентацию на применение типовых решений в условиях непрерывного совершенствования аппаратуры РЗА.
- Философия построения зарубежных систем РЗА отличается от принятых в ЕЭС РФ подходов и традиций.



- В отличие от производителей релейной техники и собственников оборудования СО в первую очередь рассматривает РЗА, как составную часть средств технологического управления энергосистемой, обеспечивающих её устойчивость и живучесть.
- Решение задач, направленных на поддержание и развитие систем РЗА, является одним из ключевых условий обеспечения системной надёжности ЕЭС России.
- Приоритетной задачей Системного оператора является:
 - разработка системных технических требований к оснащению системами РЗА энергообъектов
 - соблюдение на их основе единого технического подхода, обеспечивающего оптимальную с точки зрения системной надёжности построение систем РЗА.

Система РЗА должна:

- **Обеспечить «живучесть» энергосистемы при возникновении аварийных ситуаций в энергосистеме, спровоцированных причинами природного или техногенного характера.**
- **Обеспечить предотвращение и/или локализацию аварийных процессов в энергосистеме вследствие ошибок персонала.**
- **Обеспечить защиту энергосистемы вне зависимости от формы организации и фактического уровня эксплуатации первичного и вторичного оборудования на объектах энергетики разных собственников.**
- **Создаваться как единая система автоматического управления энергосистемы в аварийных режимах ее работы, состоящая из отдельных функционально независимых подсистем (РЗ, АПНУ, АЛАР, ...), скоординированных между собой принципами действия и резервирующих друг друга в соответствии с контролируемым развитием аварийного процесса в энергосистеме (принцип единства и функциональной декомпозиции системы).**

- Создаваться в соответствии с принципами, которые гарантирует достижение требуемых параметров надёжности системы, вне зависимости от способа реализации непосредственно самих устройств РЗА (электромеханические, микроэлектронные, микропроцессорные, децентрализованные, централизованные).
- Обеспечивать преимущество технических решений, базирующихся на концептуальных основах построения системы РЗА в ЕЭС России, учитывая длительность процесса модернизации технических комплексов РЗА.

Уровень надёжности работы энергосистемы, а соответственно и требования к надёжности работы первичного и вторичного оборудования энергосистемы ее обеспечивающих, должны определяться с учётом социально – экономических последствий аварий в энергосистеме для общества.

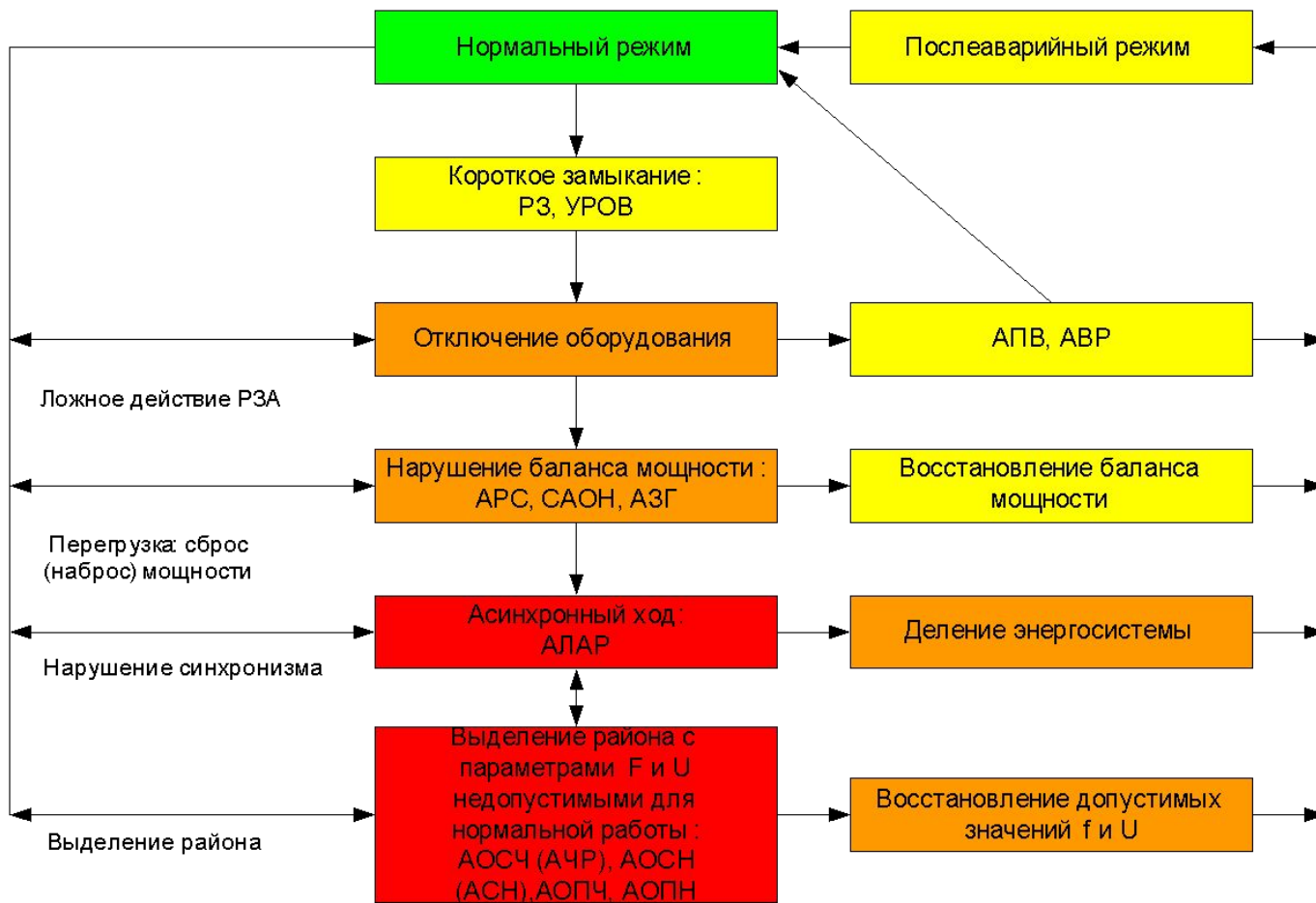


- 1 **УРОВЕНЬ.** Релейная защита линий электропередачи и основного оборудования энергообъектов энергосистемы.
- 2 **УРОВЕНЬ.** Иерархическая система противоаварийной автоматики предотвращения нарушения устойчивости (АПНУ): энергообъекта, энергосистемы, энергообъединения, ЕЭС России (в перспективе).
- 3 **УРОВЕНЬ.** Совокупность систем противоаварийной автоматики, реализующих функцию сохранения «живучести» энергосистемы:
 - Автоматика ликвидации асинхронного режима (АЛАР).
 - Автоматика ограничения снижения частоты (АОСЧ, включает в себя АЧР, АЧВР, ЧАПВ, ЧДА).
 - Автоматика ограничения снижения напряжения (АОСН).
 - Автоматика ограничения повышения частоты (АОПЧ).
 - Автоматика ограничения повышения напряжения (АОПН).
 - Автоматика ограничение перегрузки оборудования (АОПО)

Функционирование многоуровневой эшелонированной системы защиты энергосистемы обеспечивается деятельностью по поддержанию каждого уровня защиты. Приоритетной стратегией при этом является недопущение развития неблагоприятных событий на первых уровнях защиты, до возникновения аварии.



Характерные этапы развития и прекращения аварийных процессов





- Система РЗА должна обеспечивать выполнение функций по сохранению «живучести» энергосистемы в соответствии с **принципом единичного отказа**, заключающемся в том, что система РЗА должна выполнять заданные функции при любом требующем ее работы исходном событии и при независимом от исходного события отказе :
 - под исходным событием следует понимать единичный отказ устройства РЗА, событие в энергосистеме, ошибку персонала, которые приводят или могут привести к нарушению нормальной работы энергосистемы. Исходное событие включает в себя зависимые отказы, являющиеся его следствием;
 - под независимым от исходного события отказе следует понимать отказ любого устройства системы РЗА или одну независимую от исходного события ошибку персонала.



- **Выполнение системы РЗА должно удовлетворять следующим принципам надежности:**
 - **независимость**
 - **разнообразии**
 - **резервирование (избыточность)**
- **Надежность функционирования системы РЗА должна обеспечиваться вне зависимости от состояния ее компонентов и аппаратного исполнения.**
- **Построение системы РЗА должно обеспечивать надежную работу энергосистемы при неправильном функционировании отдельных устройств РЗА.**
- **Должна предусматриваться непрерывная автоматическая диагностика работоспособности устройств РЗА с автоматическим выводом из работы неисправных устройств и оповещением персонала**



- Выполнение системы РЗА должно предусматривать **автономные средства регистрации** и хранения информации, необходимые для расследования аварийных событий в энергосистеме.
- Средства регистрации должны обеспечивать возможность своевременного и однозначного установления исходных событий возникновения нарушения и аварий, их протекания и ликвидации, установления фактического алгоритма работы устройств РЗА.
- Регистрируемая информация о параметрах аварийного процесса в энергосистеме и функционировании устройств РЗА должна быть защищена от несанкционированного доступа и должна быть обеспечена ее сохранность в том числе при отказе устройств РЗА.



При проектировании систем РЗА:

- Должны рассматриваться и обосновываться меры по предупреждению отказов по общей причине
 - отказ системы, включающий все зависимые отказы, возникающие вследствие одного отказа, ошибки персонала, внешнего или внутреннего воздействия на объекте.
- Необходимо предусматривать средства, с помощью которых исключаются или ослабляются последствия единичных ошибок персонала, в том числе и при техническом обслуживании.
- Должен выполняться вероятностный анализ надежности построения системы РЗА на соответствии указанным принципам.



- На каждой стороне ЛЭП 330-750 кВ должен устанавливаться комплекс РЗА, состоящий не менее чем из двух устройств релейной защиты
- Три устройства релейной защиты должны устанавливаться в обязательном порядке в следующих случаях:
 - на ЛЭП, отходящих от атомных электростанций;
 - на межгосударственных линиях электропередачи, как правило;
 - на ЛЭП, при коротком замыкании на которых не обеспечивается принцип дальнего резервирования;
 - на ЛЭП, при коротком замыкании на которых и отказе быстродействующих защит увеличение времени отключения короткого замыкания приводит к нарушению устойчивости энергосистемы.

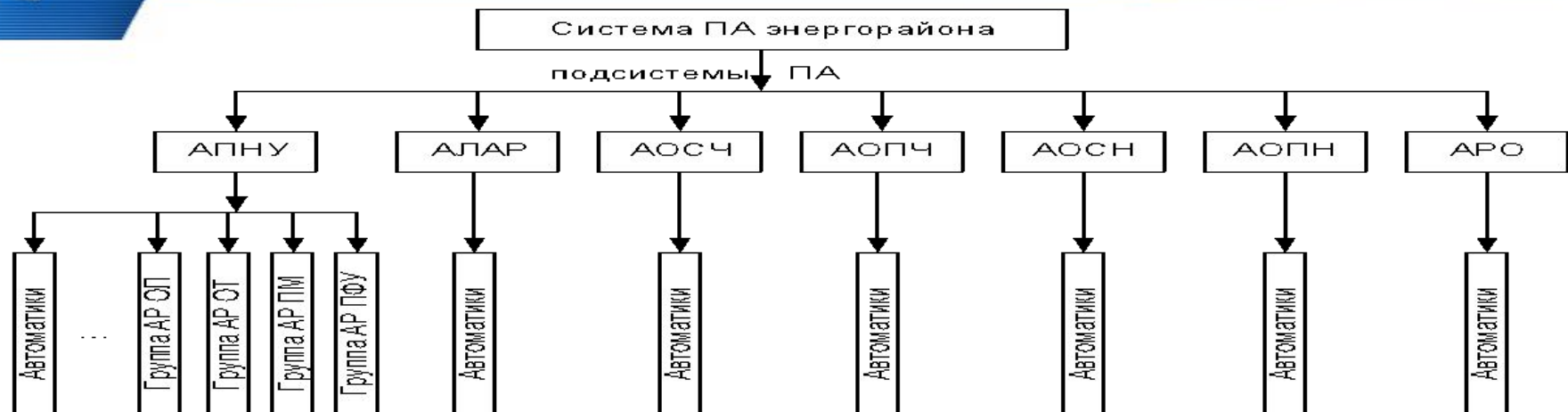
При этом микропроцессорный терминал релейной защиты, независимо от количества выполняемых функций, является одним устройством релейной защиты.

- Все устройства РЗА должны реализовывать функцию быстродействующей защиты от всех видов коротких замыканий.
- В составе комплекса РЗА на каждой стороне ЛЭП как минимум одно устройство должно выполняться на принципе ступенчатых защит с реализацией быстрого действия с помощью разрешающих (блокирующих) сигналов.

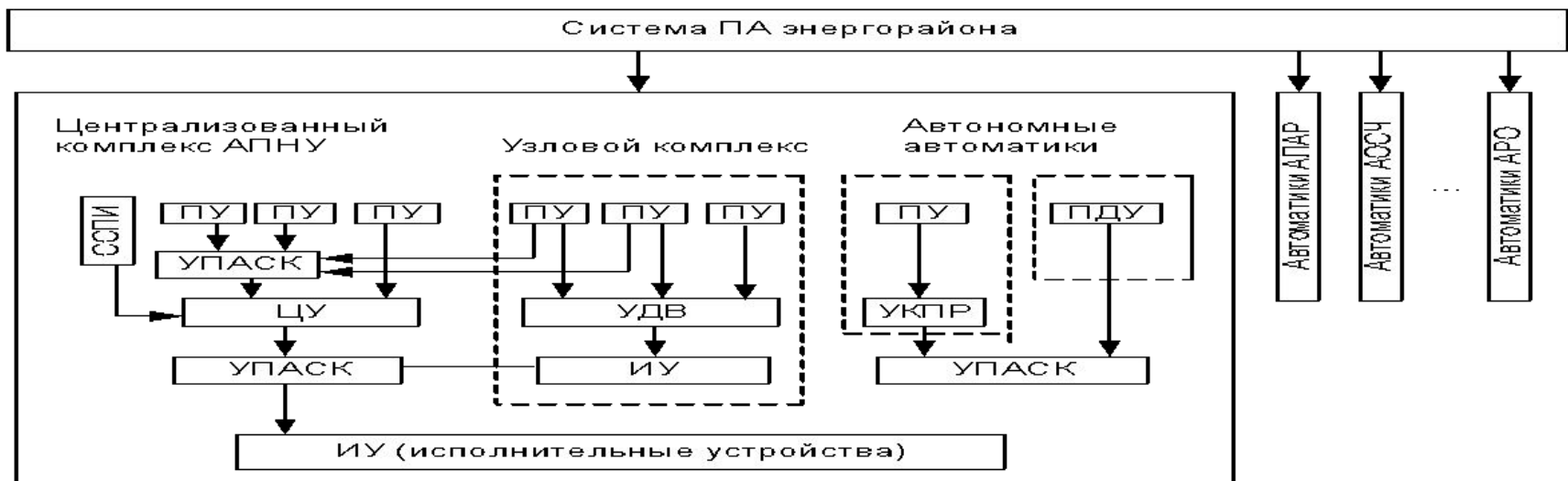


- Высокие риски тяжелых последствий от нарушения электроснабжения коммунально-бытового и социального сектора в зимний период.
- Невозможность выполнения без ПА критерия n-1 при планировании и управлении режимами ЕЭС.
- Отставание темпов строительства генерирующего и сетевого оборудования от темпов роста нагрузки потребления.
- Высокий уровень износа силового оборудования.
- Высокая степень централизации электроснабжения – потребители не имеют автономных источников питания и полностью зависят от режима энергосистемы.





а) Функциональная схема системы ПА



б) Структурная схема системы ПА

Рис. 1 Схема системы ПА энергорайона



ЦСПА – высокотехнологичный продукт:

- аппаратная реализация на базе новейших типов вычислительной техники;
- высоконадежная «открытая» архитектура программных и технических средств;
- технологический алгоритм не имеет ограничений на размерность математической модели;
- автоматическая оценка устойчивости и выбор управляющих воздействий в любых схемно-режимных ситуациях;
- универсальность комплекса позволяет использовать его в любой энергосистеме.



2009 – создание ЦСПА в ОЭС Юга

2009 – модернизация ЦСПА ОЭС Средней Волги

2010 - модернизация ЦСПА в ОЭС Урала

2011 – модернизация ЦСПА в ОЭС Сибири

2010 – создание ЦСПА в ОЭС Востока



- **Обеспечение единой технической политики в ЕЭС России в условиях децентрализованной структуры электроэнергетики.**
- **Обеспечение необходимого уровня проектирования в условиях научно – технического прогресса систем технологического управления.**
- **Повышение уровня новых разработок аппаратуры систем технологического управления.**
- **Реализация новых технологий (АРЧМ (ТЭС, АЭС), ПА (II ДО, I ДО), WAMS (δ)), функционирующих в режиме реального времени, не возможна без внедрения новейших IT – технологий, требует серьёзного научного сопровождения.**
- **Нормативно- правовое и техническое регулирование.**
- **Решение проблем взаимодействия при создании и модернизации систем технологического управления в ЕЭС России, выполняемых в ходе нового строительства, технического перевооружения, реконструкции объектов электроэнергетики.**



- **Внедрение современных программно-технических средств.**
- **Разработка адаптивных алгоритмов за счёт повышения точности моделирования процессов в защищаемом объекте управления (детальный системный учёт влияющих факторов).**
- **Использование передовых принципов построения архитектуры систем, выполняющих сложные расчёты в непрерывном режиме.**
- **Широкое применение возможностей СМНР и FACTS.**
- **Разработка мероприятий, ослабляющих последствия развития каскадных аварий.**
- **Противоаварийное планирование, разработка технических средств, обеспечивающих возможность восстановления работы энергосистемы после локализации аварийного события**



Разработка нормативно-технической документации

В настоящее время во исполнение требований Федерального Закона от 27.12.2002 «О техническом регулировании» № 184-ФЗ с участием ОАО «СО ЕЭС» проводится разработка следующих технических регламентов:

- **О безопасности электрических станций и сетей;**
 - **О безопасности электроустановок потребителей;**
 - **О безопасности высоковольтного электрического оборудования.**
- Указанные технические регламенты приняты Государственной Думой Российской Федерации в первом чтении и в настоящее время проходят стадию подготовки ко второму чтению, которое намечено на сентябрь 2009 года.

ОАО «СО ЕЭС» проводит серьезную работу по стандартизации вопросов управления энергосистемами и к настоящему времени разработал и принял следующие стандарты организации:

- **Релейная защита и автоматика, противоаварийная автоматика. Организация взаимодействия служб релейной защиты и автоматики в ЕЭС России.**
- **Автоматическое противоаварийное управление режимами энергосистем. Противоаварийная автоматика энергосистем. Условия организации процесса. Условия создания объекта. Нормы и требования.**
- **Правила предотвращения развития и ликвидации нарушений нормального режима электрической части энергосистем.**
- **Технические правила организации в ЕЭС России автоматического ограничения снижения частоты при аварийном дефиците активной мощности (автоматическая частотная разгрузка) и др.**



Заключение

- **ОАО «СО ЕЭС», решая задачи системной надёжности, развивает системы технологического управления в ЕЭС России, обеспечивает ее устойчивую работу и создаёт условия для эффективного функционирования рынка электроэнергии (мощности).**
- **Проведение единой технической политики в области развития систем технологического управления в ЕЭС России требует объединения усилий всех организаций, работающих в электроэнергетике.**



Спасибо за внимание!