

## Текущее состояние и предложения по созданию цифровых систем РЗА

Докладчик - Начальник ЦСРЗиПА ЦУС филиала  
«Саратовские распределительные сети» Департамента  
ОТиСУ ПАО «МРСК Волги»



Третьяков Д.А.

# Характеристика электросетевого комплекса ПАО «МРСК Волги»

ПАО «МРСК Волги» осуществляет свою деятельность на территории 7 субъектов Российской Федерации, расположенных в Приволжском Федеральном округе: Саратовской, Самарской, Ульяновской, Оренбургской, Пензенской областей, Республики Мордовия и Чувашской Республики.

Количество подстанций:	1 695
- 35-220 кВ, шт.	45 569
- 0,4-6-10 кВ, шт.	
Суммарная трансформаторная мощность, МВА,	35 648,7
в т.ч. ПС-35-220 кВ	28 021,8
Протяженность ВЛ по трассе, км	215 671,9
Протяженность КЛ по трассе, км	1 631,7
Количество производственных отделений / РЭС	33/202
Количество ОВБ, ед.	266
Количество мобильных бригад, ед.	62
Количество авто- и спецтехники, ед.	5 276
Количество персонала, чел. (укомплектованность согласно штатному расписанию)	21 741
Выручка по передачи электроэнергии, млрд. руб.	60,7
Потери электроэнергии, %	6,74

## ТЕРРИТОРИЯ ОТВЕТСТВЕННОСТИ



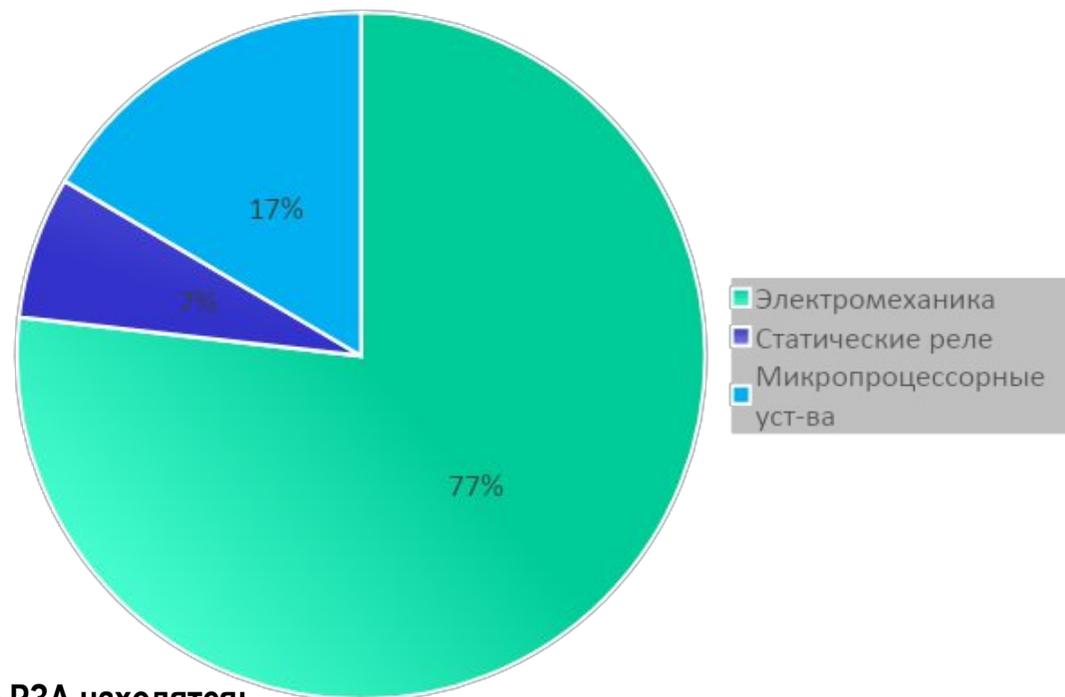
## Общие данные по количеству УРЗА комплекса ПАО «МРСК Волги»

По состоянию на конец отчетного периода в эксплуатации находится 53071 устройств РЗА, из них:

- 37967 ед. релейной защиты;
- 4462 ед. сетевой автоматики;
- 704 ед. противоаварийной автоматики;
- 651 ед. РАСП, в том числе:
  - 172 ед. РАС;
  - 479 ед. ОМП;
- 413 ед. режимной автоматики;
- 8874 ед. устройств технологической автоматики.

В филиале ПАО «МРСК Волги» в эксплуатации устройств РЗА находятся:

- 40241 ед. (76,8%) реле на электромеханической базе;
- 3502 ед. (6,7%) статических реле;
- 8677 ед. (16,5%) микропроцессорных устройств РЗА.



## Описание планируемого функционала цифровой подстанции, создаваемой в результате пилотных проектов.

**Цифровая Подстанция** – это подстанция, системы автоматизации и управления которой построены на базе открытых стандартов МЭК 61850 (IEC 61850) с использованием инновационных способов сбора и обработки информации, таких как цифровые трансформаторы тока и напряжения, выносные УСО и интеллектуальные электронные устройства.

Цифровая подстанция – одна из базовых технологий Smart Grid.

### Технические решения по цифровой подстанции

- Использование стандарта МЭК 61850-9-2 для передачи мгновенных значений токов и напряжений от дискретных ТТ и ТН.
- Использование выносных УСО на ОРУ для передачи по GOOSE дискретной информации и команд управления.
- Построение системы на базе интеллектуальных электронных устройств (МПРЗА, КП, счетчики АСКУЭ), работающих по стандарту МЭК 61850.



## Сроки пилотных подстанций в ПАО «МРСК Волги».

№ п/п	Технология «цифровых сетей»	Наименование пилотного проекта	Сроки реализации	2018	2019	2020	2021	2022	2023
1	Цифровая ПС	Создание цифровой подстанции на базе ПС 110/10 кВ «Сазанлей» Северо-Восточного ПО филиала «Саратовские РС». (Отв. - директор производственного отделения)	2018-2022	НИОКР ПИР	СМР и ПНР		ОПЭ		
2		Создание цифровой подстанции на базе ПС 110/10/6 кВ «Юго-Восточная» Центрального ПО филиала «Оренбургэнерго». (Отв. - заместитель генерального директора – директор филиала)	2018-2022	НИОКР ПИР	СМР и ПНР		ОПЭ		

**ПИР** - Проектно-изыскательские работы

**ОПЭ** - Опытно-промышленная эксплуатация

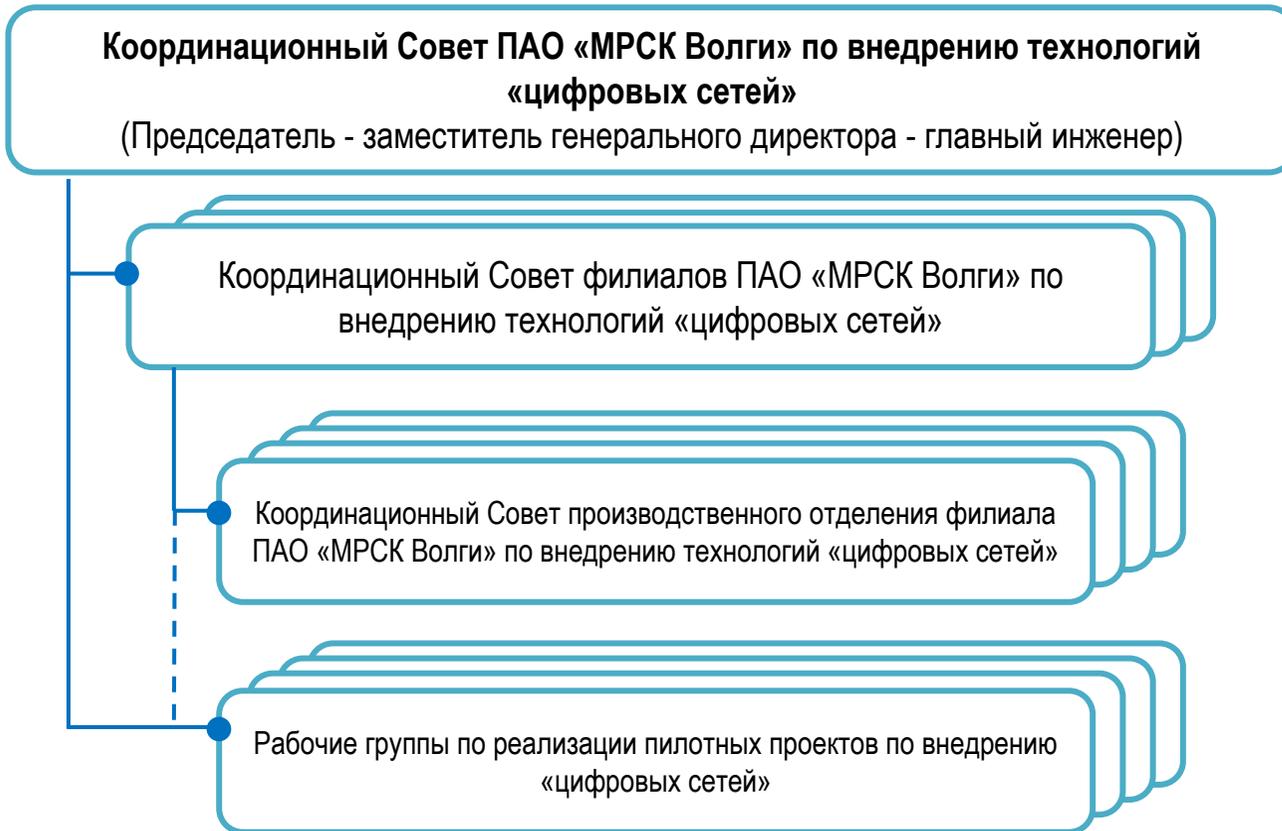
**НИОКР** - Научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы

**СМР и ПНР** - Строительно-монтажные и пусконаладочные работы

# Информация о составе проектной команды реализации пилотных проектов создания цифрового РЭС и цифровых ПС

С целью выработки единых подходов в области внедрения технологий «цифровых сетей», в ПАО «МРСК Волги» сформирован Координационный Совет на уровне исполнительного аппарата, а также в каждом филиале и производственном отделении Общества.

Председателем Координационного Совета ПАО «МРСК Волги» по внедрению технологий «цифровых сетей» назначен заместитель генерального директора - главный инженер.



## Краткая характеристика и назначение ПС 110 кВ Сазанлей

ПС 110/10 кВ Сазанлей предназначена для электроснабжения городских сетей.

Территориально объект располагается в Саратовской обл., г. Балаково,. Существующий объект представляет собой открытую ПС, на территории которой расположены ОРУ-110 кВ, КРУН-10 кВ, преобразовательные электроустановки (2 трансформатора типа ТДН-16000/110/10 и один трансформатор типа ТДН-15000/110/10).

В соответствии с техническим заданием на реконструкцию подстанции в проекте приняты следующие решения:

- ОРУ-110 кВ выполнено по схеме №110-4Н «Два блока с выключателями и неавтоматической перемычкой со стороны линий»;
- ЗРУ-10 кВ выполнено по схеме №10-1 «Одна секционированная выключателем система шин». К ЗРУ-10 кВ подключены потребительские линии, трансформаторы напряжения, трансформаторы собственных нужд 10/0,4 кВ, дугогасящие реакторы 10 кВ.

ПС 110/10 кВ Сазанлей является подстанцией с обслуживающим персоналом.

ПС находится в ремонтно-эксплуатационном обслуживании Северо-Восточного ПО филиала ПАО «МРСК Волги» - «Саратовские РС».





## Обоснование выбора пилотного проекта «Цифровой подстанции 110 кВ Сазанлей». Результаты заполнения матрицы выбора.

На основании критериев отбора по созданию «цифровых РЭС и подстанций», утвержденных Распоряжением ПАО «Россети» от 22.03.2018г. №122р, проведен анализ всех подстанций ПАО «МРСК Волги». Матрица по выбору пилотной «цифровой подстанции» сформирована в сквозном виде по всем филиалам ПАО «МРСК Волги». В соответствии с полученным рейтингом, а также с учетом высокого уровня износа оборудования, низким индексом ТС и большой социальной значимостью объекта подстанция 110 кВ Сазанлей была включена в перечень первоочередных объектов цифровизации ПАО «МРСК Волги».

№	Экономические показатели реализации проекта «цифровой подстанции» (Уточнение - после проведения ПИР)	
1	Сроки реализации пилотного проекта	2017 – 2021 годы
2	Затраты на реализацию пилотного проекта, всего без НДС	220,7 млн. руб.
3	Экономический эффект к 2032 году (без учета затрат)	33,195 млн. руб.
4	Ожидаемый срок окупаемости	13 лет

## Описание планируемого функционала цифровой подстанции, создаваемой в результате пилотного проекта Цифровой ПС 110 кВ Сазанлей.

### ОРУ 110 кВ

- Предусматривается установка преобразователей аналоговых сигналов (ПАС), обеспечивающих передачу аналоговых сигналов в цифровом виде по протоколу Sampled Values от обмоток ТТ и ТН (или ЭТТ(Н));
- Для сбора дискретных сигналов с первичного оборудования и выдачи сигналов управления предусматривается применение преобразователя дискретных сигналов (ПДС);
- ПДС также выполняет приём и передачу информации от/к ИЭУ присоединений с использованием протокола GOOSE и от/к серверам АСУ ТП с использованием протокола ММ;

Все ИЭУ 110 кВ поддерживают протоколы Sampled Values, GOOSE и MMS.

### КРУ 10 кВ

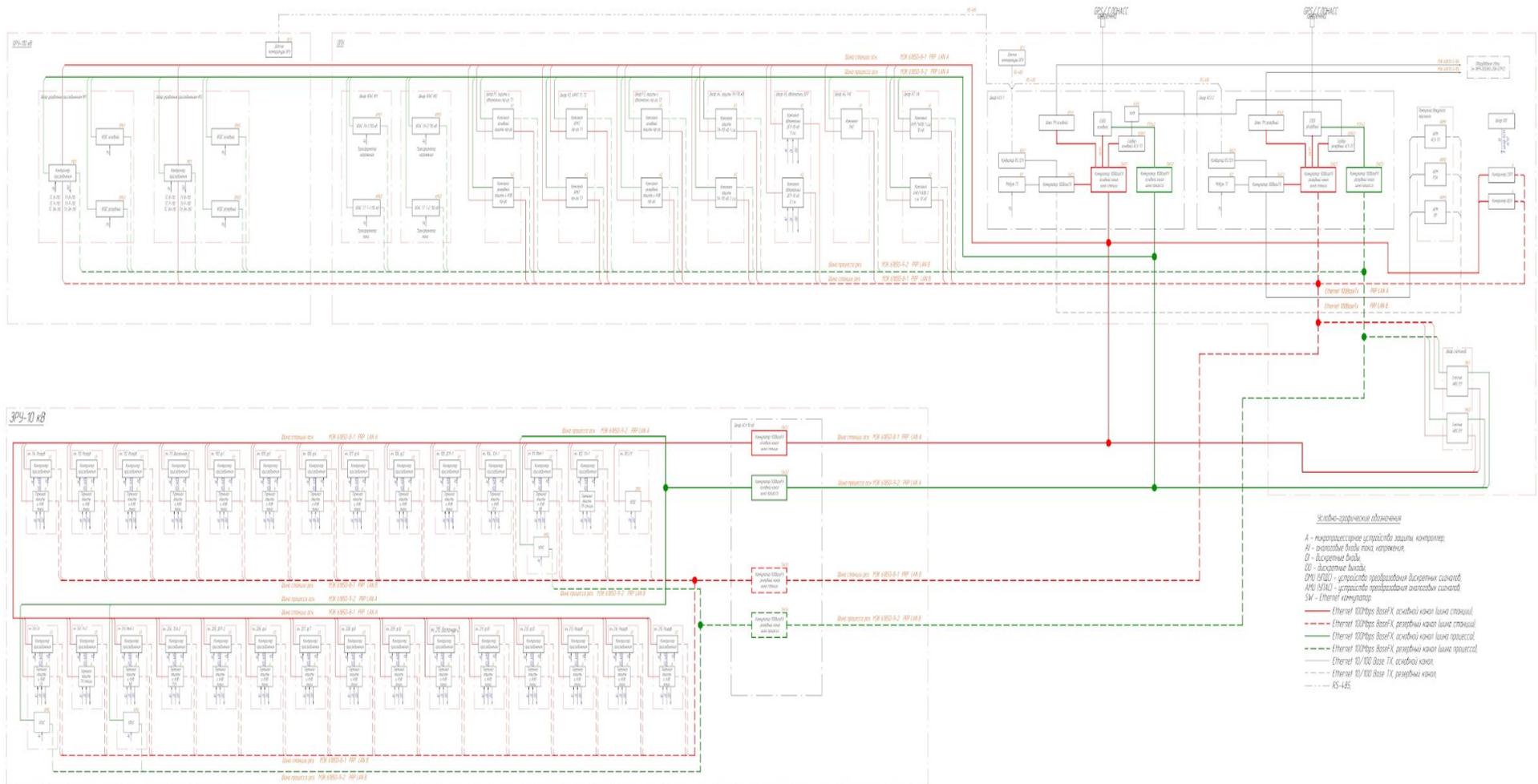
- Предусматривается установка преобразователей аналоговых сигналов (ПАС) на присоединениях ввода, обеспечивающих передачу аналоговых сигналов в цифровом виде по протоколу Sampled Values для реализации ДЗТ;
- ИЭУ 10 кВ оснащаются аналоговыми входами для получения сигналов тока и напряжения;
- ИЭУ 10 кВ оснащаются дискретными входами/выходами для сбора информации о положении КА, формирования команд управления, и др.;
- Все ИЭУ 10 кВ поддерживают протоколы GOOSE и MMS.

## Описание схема ПС 110кВ Сазанлей принятой согласно ОТР

Компоновка РУ-110 кВ цифровой подстанции предполагает реализацию частично на оборудовании со встроенными цифровыми преобразователями и частично на традиционном оборудовании с комплектом цифровых преобразователей (моторизация для удаленного управления выключателями и разъединителями по МЭК 61850, цифровая оптическая система оперативной блокировки разъединителями, традиционные трансформаторы тока и напряжения с выносными шкафами преобразования и передачи сигналов).



# Структурная схема ПС 110кВ Сазанлей принятая согласно ОТР



## Краткая характеристика и назначение ПС 110 кВ Юго-Восточная.

ПС 110/10/6 кВ Юго-Восточная предназначена для электроснабжения распределительных устройств городских потребителей.

Территориально объект располагается в Оренбургской обл., г. Оренбург,. Существующий объект представляет собой ПС, на территории которой расположены ОРУ-110 кВ, ЗРУ-10 кВ, ЗРУ-6 кВ преобразовательные электроустановки (2 трансформатора типа ТДН-40000/110).

В соответствии с техническим заданием на реконструкцию подстанции в проекте приняты следующие решения:

- ОРУ-110 кВ выполнено по схеме с двумя рабочими системами шин 4 линейных и 2 трансформаторных ячейки и 1 ячейка ШСВ;
- ЗРУ-10 кВ: две рабочих секционированных систем шин;
- ЗРУ-6 кВ: две рабочих секционированных систем шин;

ПС 110/10/6 кВ Юго-Восточная является подстанцией с обслуживающим персоналом.

ПС находится в ремонтно-эксплуатационном обслуживании Центрального ПО филиала ПАО «МРСК Волги» - «Оренбургэнерго».





## Обоснование выбора пилотного проекта «Цифровой подстанции 110 кВ Юго-Восточная». Результаты заполнения матрицы выбора.

На основании критериев отбора по созданию цифровой ПС, утвержденных Распоряжением ПАО «Россети» от 22.03.2018г. №122р, проведен анализ всех ПС ПАО «МРСК Волги». Матрица по выбору пилотной ПС сформирована в сквозном виде по всем филиалам ПАО «МРСК Волги». В соответствии с полученным рейтингом первое место в филиале ПАО «МРСК Волги»- «Оренбургэнерго» заняла ПС 110 кВ Юго-Восточная.

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя
<b>Критерии эффектов:</b>		
Уровень потерь электроэнергии в отходящих линиях 6-20 кВ и в присоединенных к ней линиях распределительной сети 0,4 кВ	%	13,91
Численность оперативного персонала на ПС	Чел.	1,8
Оценка доли микропроцессорных защит на ПС, АСУ ТП и прочего современного оборудования вторичной коммутации, удовлетворяющих техническим требованиям к компонентам цифровой сети (утв. Распоряжением ПАО «Россети» от 19.03.2018 №106р)-	%.	10

## Описание планируемого функционала цифровой подстанции, создаваемой в результате пилотного проекта Цифровой ПС 110 кВ Юго-Восточная.

При проведении реконструкции подстанции «Юго-Восточная» будут приняты следующие технические решения, направленные на реализацию целей и задач строительства цифровой подстанции:

- установка энергосберегающего силового трансформатора (при обосновании проектной документацией), удовлетворяющего условиям экологической безопасности, в соответствии с требованиями международного стандарта ISO 50001:2011;
- внедрение в РУ 110 кВ вакуумных (элегазовых) выключателей и разъединителей с электромагнитными или моторными приводами, трансформаторов тока и напряжения с элегазовой изоляцией;
- установка в РУ 10 кВ вакуумных выключателей с электромагнитными приводами;



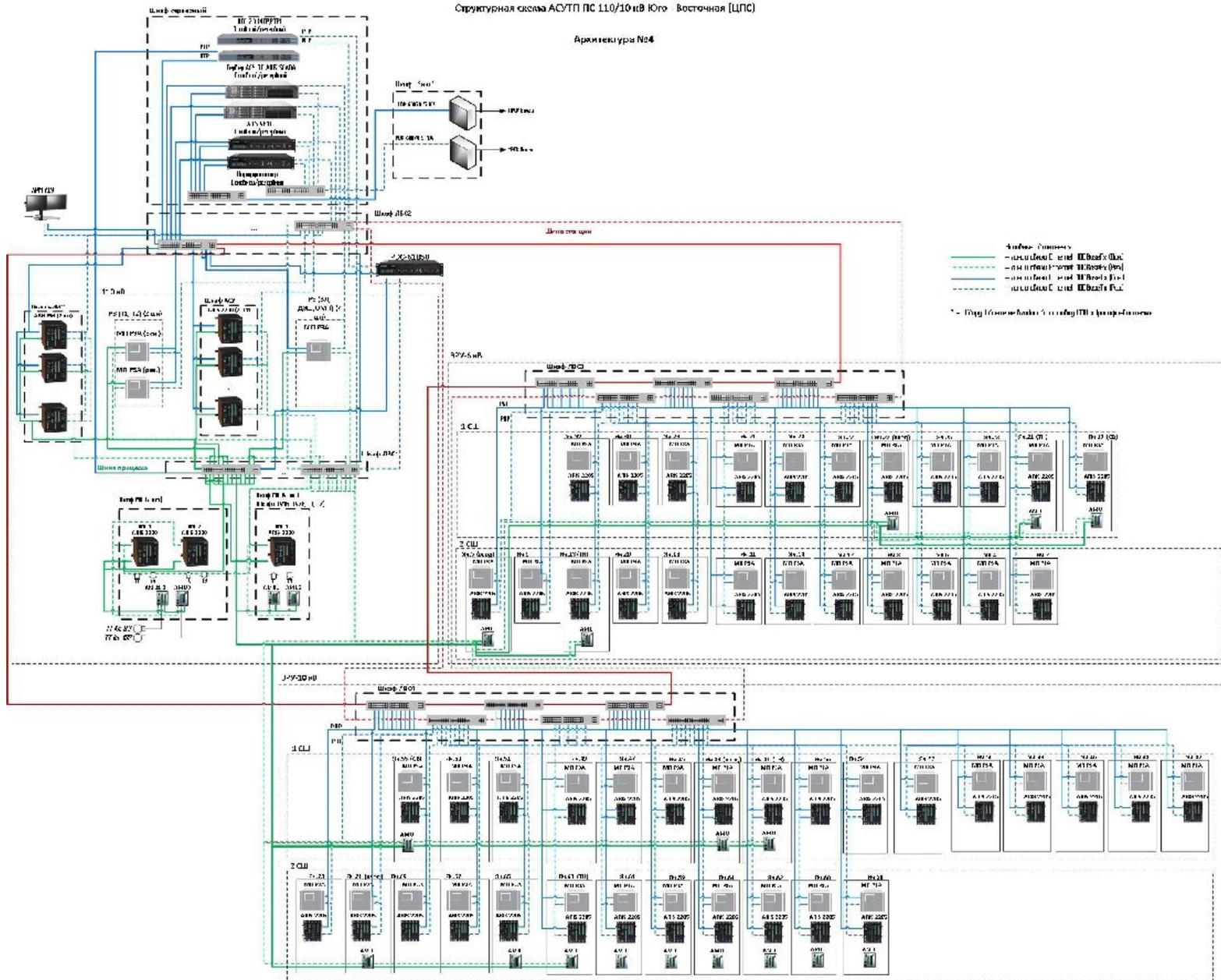
## Описание схема ПС 110кВ Юго-Восточная принятой согласно ОТР

Данная архитектура выполняется децентрализованной и предусматривает применение на ПС 110/10/6 кВ «Юго-Восточная» протокола MMS для интеграции устройств АСУ ТП и протокола GOOSE для организации информационного обмена между ИЭУ присоединений 110, 10 и 6 кВ, а также применение ПДС для контроля состояния и управления устройствами присоединений и организацией обмена данными с ИЭУ посредством GOOSE протокола и ПАС для передачи измерений в виде SV потоков от ТТ и ТН присоединений 110 кВ, ВВ и ТН 6 и 10 кВ.



# Структурная схема ПС 110кВ Юго-Восточной принятая согласно ОТР

Структурная схема АСУТП ПС 110/10 кВ Юго-Восточная (ЦПС)



## Текущее предложения по созданию цифровых систем РЗА в ПАО «МРСК Волги»

В рамках выполнения НИР «Разработка типовых технических решений по реализации цифровой подстанции 110 кВ» рассмотрены результаты по следующим подэтапам работ:

- Разработка технико-экономического сравнения вариантов реализации ЦПС 110 кВ. Разработка критериев и алгоритма выбора варианта реализации ЦПС 110 кВ. Разработка таблицы выбора варианта реализации ЦПС 110 кВ.
- Разработка рекомендаций по приемке и вводу в эксплуатацию оборудования цифровой системы ЦПС 110 кВ.
- Разработка типовых технических решений по реализации цифровой подстанции 110 кВ



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО  
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИНЖИНИРИНГОВЫЙ  
ЦЕНТР ЭНЕРГЕТИКИ

tekvel 

**PROSOFT**<sup>®</sup>  
SYSTEMS

 ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ  
ЦЕНТР

 РОССЕТИ

 МРСК  
ВОЛГИ

## АРХИТЕКТУРЫ ПОСТРОЕНИЯ ЦИФРОВЫХ ПОДСТАНЦИЙ

Децентрализованная архитектура с применением клиент-серверных коммуникационных сервисов для интеграции ИЭУ в АСУ ТП и сервиса GOOSE для организации информационного обмена между ИЭУ присоединений.

Децентрализованная архитектура с применением клиент-серверных коммуникационных сервисов для интеграции ИЭУ в АСУ ТП и сервиса GOOSE для организации информационного обмена между ИЭУ присоединений, а также между ИЭУ и ПДС.

Децентрализованная архитектура с применением клиент-серверных коммуникаций для интеграции ИЭУ в АСУ ТП, сервиса GOOSE и сервиса Sampled Values для передачи измерений от ПАС ТТ и ТН (ЭТТ и ЭТН) присоединений 110 кВ и присоединений вводных и секционного выключателей 6-10 кВ.

Децентрализованная архитектура с применением клиент-серверных коммуникационных сервисов, сервисов GOOSE и Sampled Values.

Централизованная архитектура с применением клиент-серверных коммуникаций, сервисов GOOSE и Sampled Values.

**В результате НИОКР и Научно-Технического совета ПАО «МРСК Волги» была выбрана наиболее подходящая, для реализации на пилотных объектах ПАО «МРСК Волги», архитектура.**

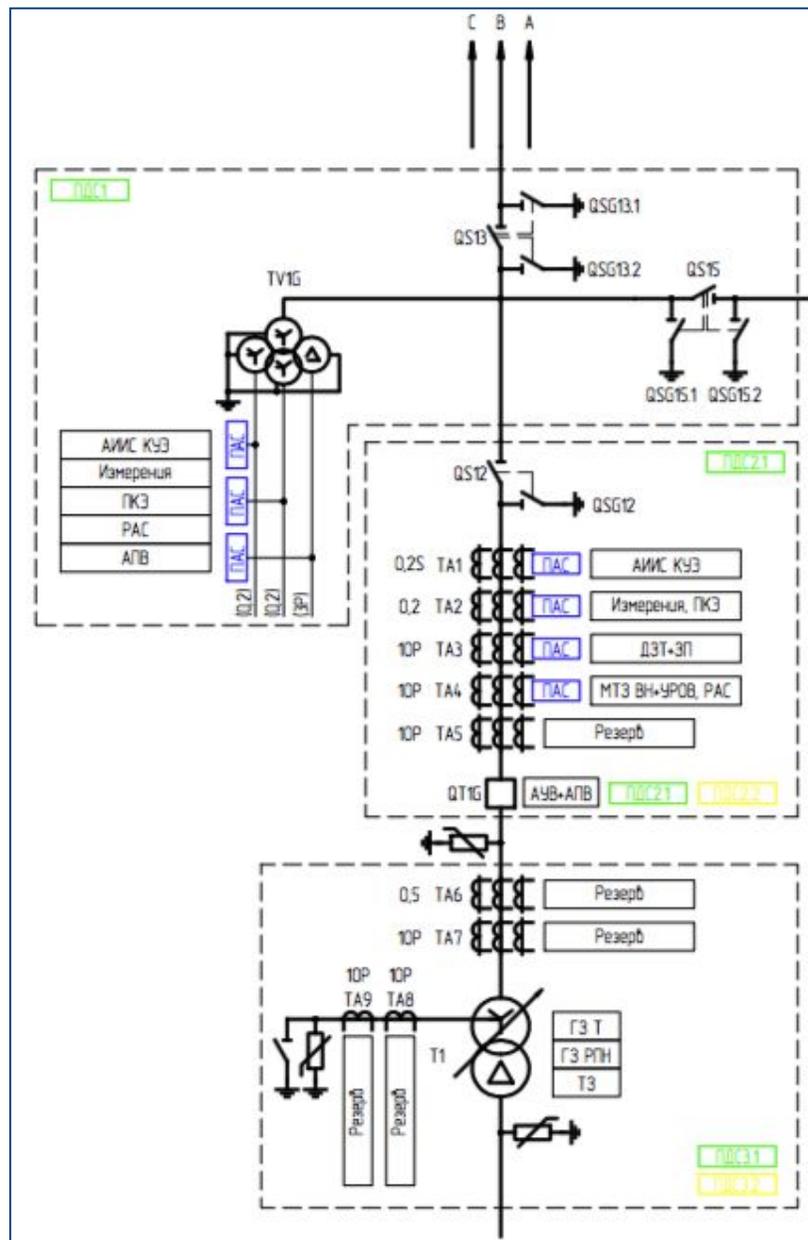
## Наиболее подходящая архитектура

Передача сигналов тока и напряжения с использованием сервиса Sampled Values от ПАС ТТ/ТН присоединений 110 кВ или соответствующих ЭТН, ПАС ТТ присоединения ввода 10 кВ (только от вторичной обмотки 10Р ТТ для организации дифференциальной защиты силового трансформатора).

Обмен сигналами в пределах релейного щита, между ИЭУ ячеек КРУ 10 кВ, а также между ИЭУ присоединений 110 кВ и 10 кВ выполняется согласно сервису GOOSE.

Применение ПДС, предназначенных для сбора дискретных сигналов с первичного оборудования (силовых выключателей, разъединителей, заземляющих ножей и др.) и выдачи сигналов управления, а также приёма и передачи информации от/к ИЭУ присоединений с использованием сервиса GOOSE и от/к АСУ ТП с использованием сервисов передачи буферизируемых и небуферизируемых отчётов и телеуправления.

Информационный обмен с АСУ ТП подстанции выполняется согласно коммуникационным сервисам передачи буферизируемых и небуферизируемых отчётов и телеуправления.



**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

