



Ставропольский государственный
аграрный университет



УРОК №8

Ремонт силовых трансформаторов



Ставропольский государственный
аграрный университет



Учебные цели

**Знать виды и порядок
проведения ремонтов силовых
трансформаторов масляных
(ТМ) систем электроснабжения.**



Учебные вопросы

1. Планово-предупредительная система ремонта **ТМ**.
2. Текущий ремонт **ТМ**.
3. Система мониторинга **ТМ** по техническому состоянию.



Учебная литература.

- 1. Правила устройства электроустановок. М: НОРМАТИКА, 2020. – 464с.**
- 2. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. М: НОРМАТИКА, 2020. – 188с.**
- 3. Правила охраны труда при эксплуатации электроустановок. 3-е изд. М: НОРМАТИКА, 2020. – 232с.**



Ставропольский государственный
аграрный университет



Введение.

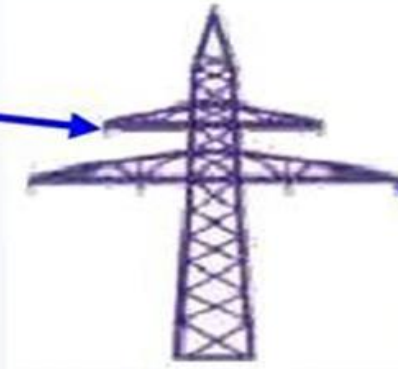
**Плановые и внеплановые
ремонты ТМ СЭС проводят в
соответствии с требованиями
действующих нормативно-
технических документов (НТД).
Источники 1, 2 и 3.**



Ставропольский государственный аграрный университет



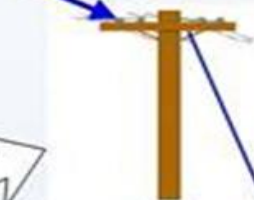
Генерация



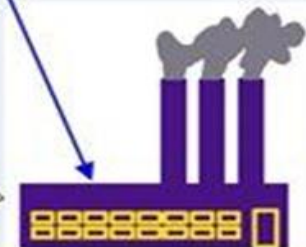
Передача

СИЛОВЫЕ

трансформаторы являются ключевыми дорогостоящими компонентами для систем электропитания.



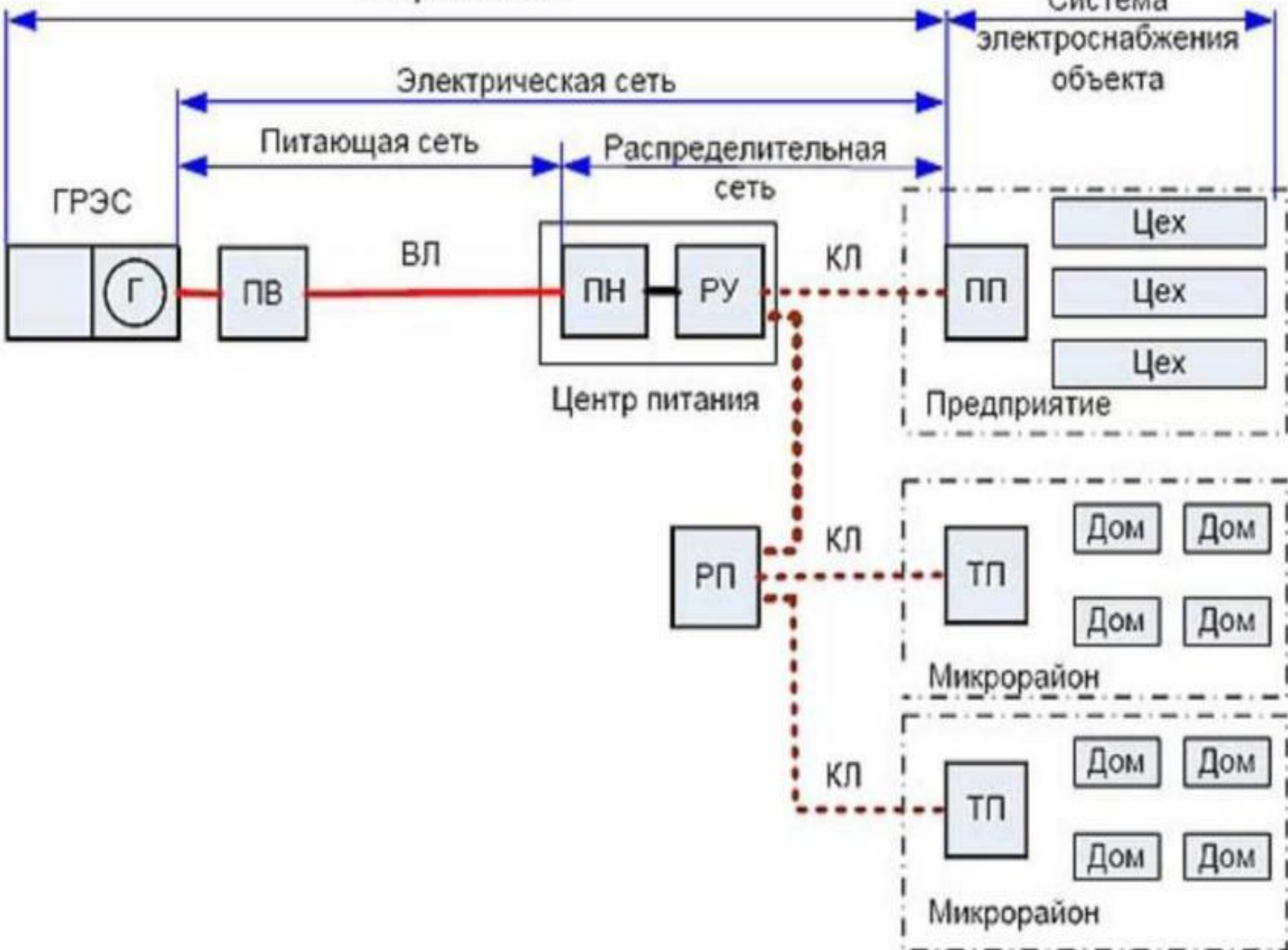
Распределение



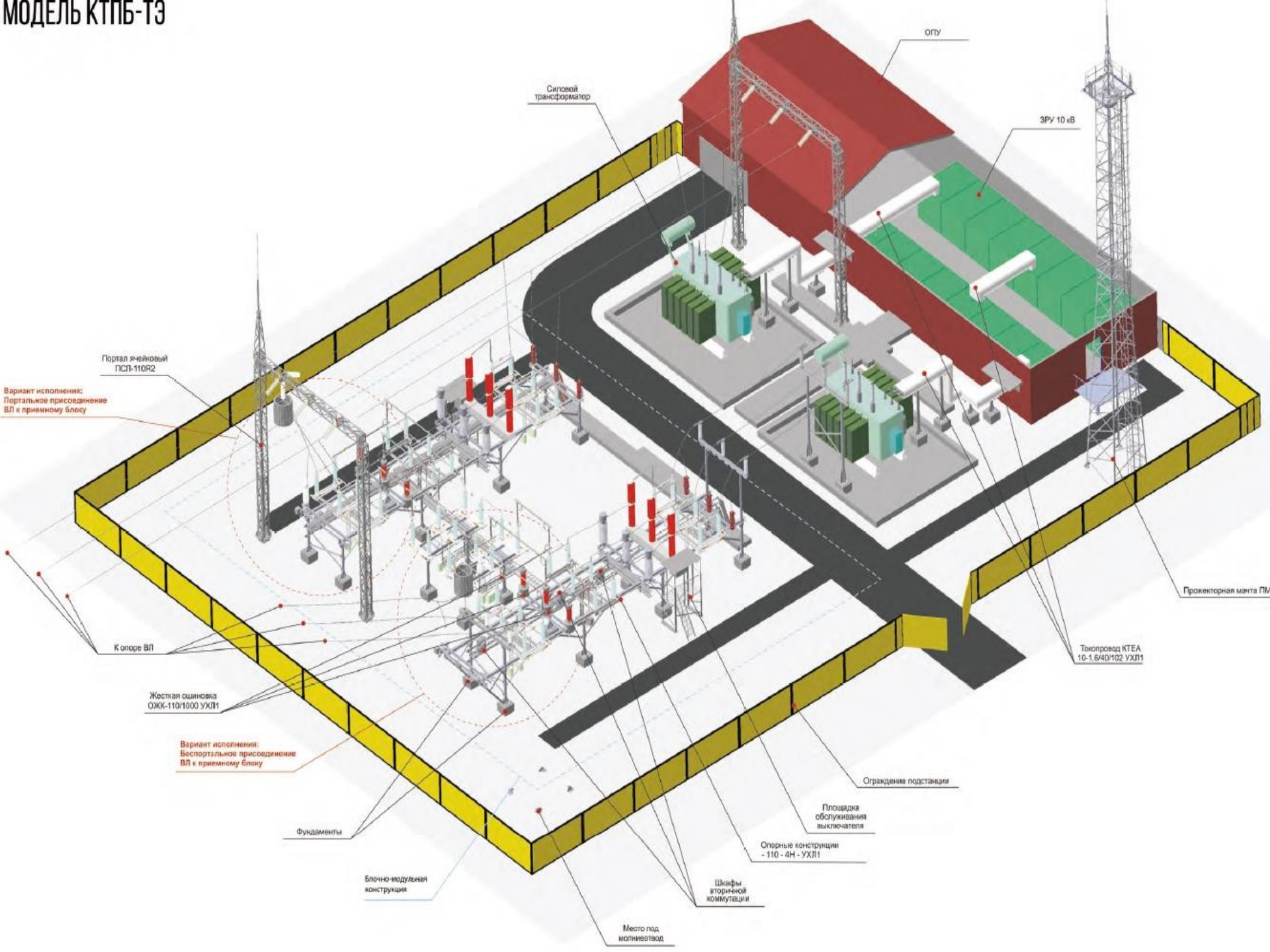
Потребитель

Энергосистема

Система электроснабжения объекта



МОДЕЛЬ КТПБ-ТЭ







Ставропольский государственный
аграрный университет



1. Планово-предупредительная система ремонта (ППР) ТМ.

**ППР ТМ- совокупность организационных
и технических мероприятий по уходу,
надзору, обслуживанию и ремонту
оборудования, проводимых по заранее
составленному плану (графику) для
предупреждения аварий и поддержания
ТМ в постоянной эксплуатационной
ГОТОВНОСТИ.**



1. Планово-предупредительная система ремонта ТМ.

Эксплуатационные мероприятия:

1. **ТО-мелкий ремонт** не требующий отключения трансформатора;
2. **Текущий ремонт (ТР)**-с отключением ТМ без выемки активной части (АЧ);
3. **Средний ремонт (СР)**-без разборки АЧ;
4. **Капитальный ремонт (КР)**-со снятием и установкой обмоток АЧ.



Ставропольский государственный аграрный университет





Ставропольский государственный
аграрный университет



При эксплуатации ТМ согласно НТД
проводят испытания при выполнении
ТР, СР, КР, а также **межремонтные**, без
вывода ТМ в ремонт.

ТР проводят по мере необходимости.

Периодичность **ТР** устанавливает
технический руководитель.

СР и **КР** производят на ремонтных
предприятиях или участках.



Ставропольский государственный
аграрный университет



Периодичность КР не нормируется,
его проводят в зависимости от
состояния **ТМ** и результатов
диагностического контроля.

Внеочередные ремонты выполняют,
если дефект в каком-либо элементе
может привести к отказу **ТМ**.



2. Текущий ремонт ТМ.

Текущий ремонт (ТР) - с отключением, но без вскрытия и выемки активной части.

1. Испытания ТМ при выполнении ТР.

2. Профилактические испытания, не связанные с выводом ТМ в ремонт.

ТР проводят по мере необходимости.

Периодичность ТР устанавливает технический руководитель организации.





По НТД необходимо выполнить работы.

1. Очистить **ТМ**, составные части и устройства от грязи и масла.
2. Проверить отсутствие воздуха открытием воздухопускных пробок.
3. Осмотреть составные части **ТМ**, доступ к которым затруднен на работающем **ТМ** (газовое и защитное реле, плотность воздухопускных пробок, встроенных трансформаторов тока и др.).



- 4. Устранить неисправности, выявленные в процессе осмотра и эксплуатации **ТМ**.**
- 5. Проверить работу маслоуказателей и других устройств и приборов.**
- 6. Выполнить регламентные работы, установленные во время **ТР**, если срок их проведения совпадает со сроком **ТР**.**
- 7. Отобрать пробы масла из бака **ТМ** и бака **контактора (РПН)** для испытаний и проведения **сокращенного анализа**.**

Этапы перехода к системе ремонтов по техническому состоянию





Ставропольский государственный
аграрный университет



3. Система мониторинга ТМ по техническому состоянию.

Цель - выявление дефектов, определение текущего технического состояния элементов **ТМ** и его остаточного ресурса. Позволяет выполнить своевременные и необходимые работы по ремонту или замене оборудования **ТМ**, повысить надежность **СЭС**.



Задачи системы мониторинга ТО и Р.

1. Определение в режиме «**on-line**» текущего состояния оборудования.
2. Выявление дефектов элементов **ТМ** на ранней стадии их развития.
3. Прогнозирование остаточного ресурса **ТМ**.
4. Решение технико-экономических задач.

Окружающая среда

- температура воздуха;
- влажность воздуха.

Электрические показатели

- напряжение;
- ток;
- мощность;
- $\cos \phi$;
- нагрузочная способность;
- временные превышения напряжения;
- время работы

Активная часть

- температура обмотки;
- расчет температуры наиболее нагретой точки обмотки;
- потери ХХ и КЗ;
- оценка деформации обмотки;
- частичные разряды.

Характеристики основной изоляции вводов

- значение $tg\delta$;
- значение емкости C ;
- частичные разряды;
- небаланс токов проводимости;
- переходные процессы.



Трансформаторное масло

- влагосодержание масла;
- анализ растворенных газов;
- динамика газов;
- температура верхних слоев;
- температура нижних слоев.
- уровень масла;

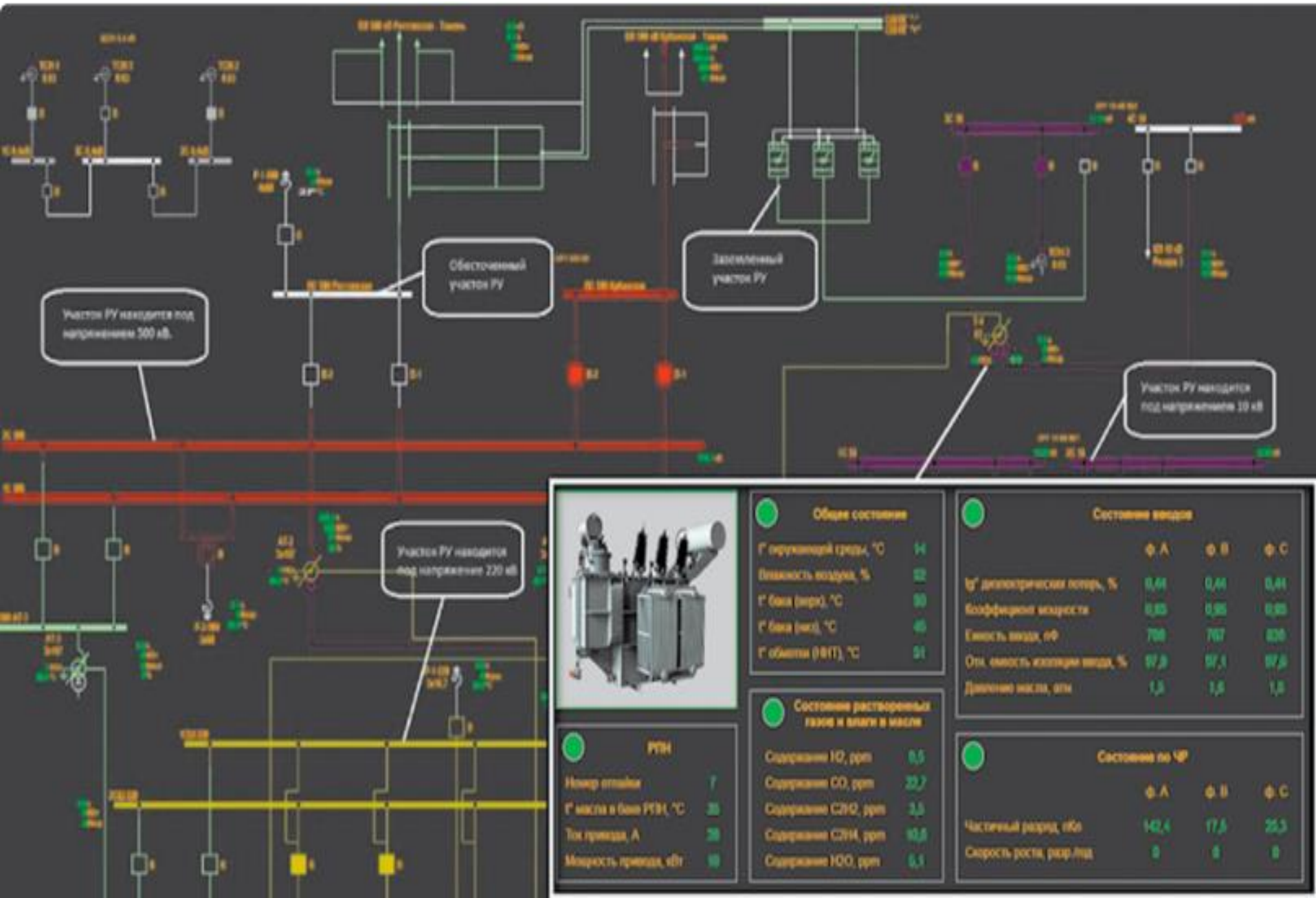
Ресурс РПН

- текущее положение;
- уровень масла в расширительном баке;
- температура масла РПН;
- количество переключений;
- ток двигателя привода;
- длительность переключения.

Система охлаждения

- температура масла на входе охладителя;
- температура масла на выходе охладителя;
- поток масла в охладителях;
- контроль количества включенных охладителей и насосов;
- подсчет моточасов работы охладителей и насосов;

Отображение информации на мнемосхеме





Программно-технический комплекс (ПТК) диагностики и мониторинга.

1. Собирать данные с локальных систем мониторинга в реальном времени.
2. Отображать комплексную информацию по текущему состоянию оборудования **ТМ** на всех уровнях управления электрической сети.



ПТК средствами верхнего уровня на базе ПК «EKRASADA».

- 1. Применять методы автоматического определения индекса ТМ.**
- 2. Прогнозировать остаточный ресурс ТМ за счет анализа технического состояния за длительный период времени.**
- 3. Интегрировать полученные данные в систему управления производственными активами.**



Выводы.

Информация о контроле оборудования ТМ для своевременного ремонта позволяет:

1. Планировать инвестиции в ремонты.
2. Оперативно выявлять оборудование, требующее срочных работ по ремонту.
3. Определять очередность технического перевооружения с выработавшим свой нормативный ресурс оборудованием ТМ.



Ставропольский государственный
аграрный университет



Заключение.

Отработанная и отлаженная система **ППР** требует развития и адаптации, т.к. плохо выявляет оборудование **ТМ** с исчерпанным нормативным ресурсом. Необходима замена системы **ППР** на систему контроля **ТО и Р** по техническому состоянию **ТМ** как части **СЭС**.

Виды силовых трансформаторов



*силовой сухой 0,4 кВ
трехфазный*



*силовой масляный 0,4
кВ трехфазный*

По назначению:

- Понижающий
- Повышающий

По мощности:

- От 0,4 кВ
- До 500 кВ

По числу фаз:

- Однофазный
- Трехфазный

По способу охлаждения:

- Сухой
- Масляный



*силовой масляный 110
кВ трехфазный*



*силовой масляный 35
кВ трехфазный*

Высоковольтные Вводы

- значение $\text{tg}\delta$
- значение емкости С
- небаланс токов проводимости
- давление во вводе
- оценка состояния изоляции

Окружающая Среда

- температура воздуха
- влажность воздуха

Расширительный Бак

- уровень масла

Активная Часть

- температура обмотки
- расчет температуры наиболее нагретой точки обмотки
- оценка состояния изоляции
- расчет потерь ХХ и КЗ
- оценка деформации обмотки
- содержание влаги в изоляции

Система Охлаждения

- температура масла на входе охладителя
- температура масла на выходе охладителя
- поток масла в охладителях
- контроль количества включенных охладителей и насосов
- подсчет моточасов работы охладителей и насосов
- контроль цепей питания и управления
- оценка эффективности системы охлаждения

Трансформаторное Масло

- газосодержание
- влагосодержание
- температура верхних слоев
- температура нижних слоев

РПН

- текущее положение
- температура масла РПН
- количество переключений
- ток двигателя привода
- длительность переключения
- оценка остаточного ресурса
- контроль режима управления
- контроль цепей питания и управления

Электрические Показатели

- напряжение
- ток
- мощность (активная, реактивная)
- $\cos \varphi$
- нагрузочная способность
- временные превышения напряжения
- время работы

Релейная Защита

- уровень масла «максимум»
- уровень масла «минимум»
- перегрев масла
- перегрев обмотки
- реле Бухгольца
- отсечной клапан
- предохранительные клапаны
- небаланс токов проводимости
- предельное газосодержание
- предельное влагосодержание

