



БО-ЭНЕРГО

СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

Автоматизированная система мониторинга и диагностики высоковольтного электротехнического оборудования АСМД ЗВЕЗДА

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

АСМД Звезда представляет собой программно-аппаратное средство интеллектуальной онлайн диагностики, позволяющее в результате анализа полученных данных оперативно и взвешено выдавать рекомендации персоналу по необходимым операциям технического обслуживания и ремонта для организации оперативно-диспетчерского управления парком силовых трансформаторов.

В отличие от классических систем онлайн мониторинга, осуществляющих оперативную оценку технического состояния оборудования, современная АСМД Звезда позволяет в процессе эксплуатации:

- выявлять на раннем этапе симптомы отказов оборудования и, на основании проанализированных данных,
- прогнозировать развитие по каждому диагностируемому газу с формированием оценки типа развивающегося дефекта;
- самостоятельно формировать и выдавать рекомендации персоналу о необходимости проведения конкретных мероприятий и операций для обеспечения бесперебойной работы трансформатора или необходимым изменениям режима работы трансформатора.

Расширенный функционал систем интеллектуальной диагностики АСМД Звезда позволяет:

- снизить влияние человеческого фактора на интерпретацию результатов автоматизированного мониторинга технического состояния оборудования,
- способствует исключению ошибочных действий со стороны персонала
- способствует принятию решений по пиритизации и своевременному устранению рисков до того, как они материализуются.

СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

Система мониторинга и диагностики трансформаторного оборудования имеет иерархическую структуру, включающую три уровня программно-технических средств:

- Уровень I – уровень первичных датчиков и приборов контроля на высоковольтном оборудовании подстанции.
- Уровень II (уровень АСМД) – уровень первичного сбора, обработки, преобразования данных от устройств Уровня I. В части организации мониторинга силового трансформаторного оборудования данный уровень представлен блоками мониторинга (БМ). К одному БМ могут подключаться сигналы от одного трёхфазного трансформатора (автотрансформатора или реактора) или от трёхфазной группы. Блок мониторинга принимает, обрабатывает данные, полученные от первичных датчиков, и обеспечивает передачу данных в АРМ оператора в автоматическом режиме
- Уровень III (уровень подстанции) – уровень консолидации, хранения и визуализации данных от всех контролируемых АСМД оборудования подстанции. Включает в себя АРМ оператора, которое предназначено для реализации расчетных аналитических моделей,

визуализации состояния контролируемого оборудования, отображения сигналов срабатывания аварийной и предупредительной сигнализации, обеспечения работы с накопленными архивами и журналами.

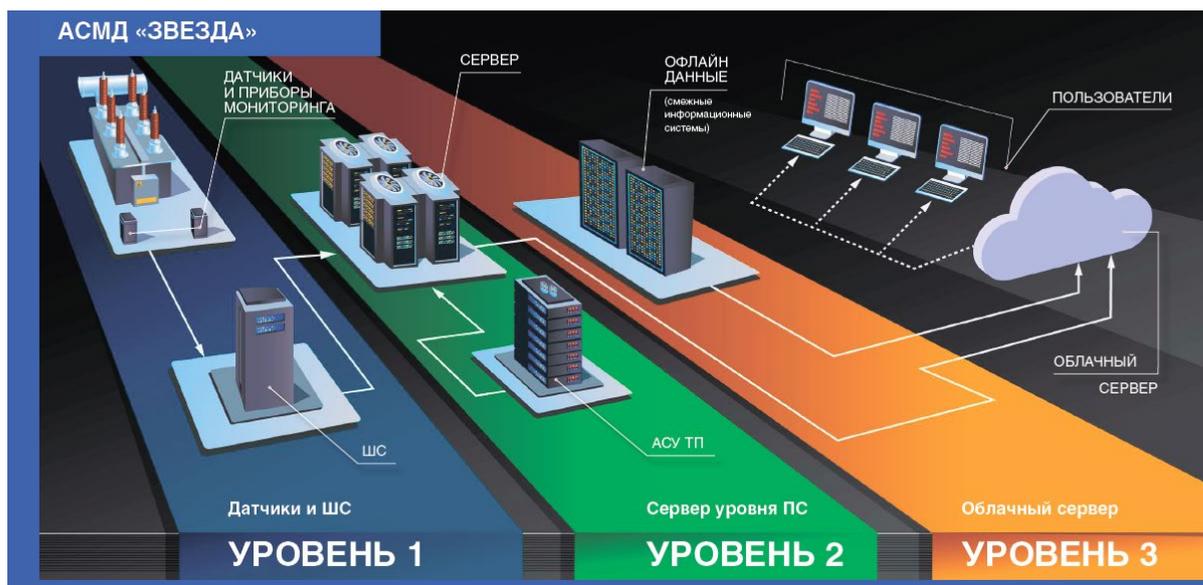


Рисунок 1. Структура программно-аппаратной АСМД ЗВЕЗДА

ЧТО ВАЖНО КОНТРОЛИРОВАТЬ

В РД 34.45-51.300-97 «Объемы и нормы испытаний электрооборудования» приведены периодичность, объем и нормы испытаний трансформаторов:

- Хроматографический анализ газов, растворенных в масле
 - трансформаторы 110 кВ 60 МВА и блочные трансформаторы собственных нужд - через 6 мес. после включения и далее не реже 1 раза в 6 мес.;
 - трансформаторы 110 кВ 60 МВА и более, а также 220-500 кВ в течение первых 3 сут, через 1, 3 и 6 мес. после включения и далее - не реже 1 раза в 6 мес.;
 - трансформаторы 750 кВ - в течение первых 3 сут, через 2 недели, 1, 3 и 6 месяцев после включения и далее - не реже 1 раза в 6 мес.
- Оценка влажности твердой изоляции. Периодичность контроля в процессе эксплуатации: первый раз - через 10-12 лет после включения и в дальнейшем - 1 раз в 4-6 лет
- Измерение сопротивления изоляции;
- Измерение тангенса угла диэлектрических потерь изоляции обмоток;
- Оценка состояния бумажной изоляции обмоток. Периодичность контроля составляет 1 раз в 12 лет, а после 24 лет эксплуатации - 1 раз в 4 года
- Измерение сопротивления обмоток постоянному току в процессе эксплуатации производятся при комплексных испытаниях трансформатора
- Проверка коэффициента трансформации;
- Проверка группы соединения обмоток трехфазных трансформаторов и полярности выводов однофазных трансформаторов;
- Измерение потерь холостого хода после капитального ремонта с полной или частичной расшивкой магнитопровода.
- Измерение сопротивления короткого замыкания (Z_k) трансформатора после воздействия на трансформатор тока КЗ, превышающего 70% расчетного значения, а также в объеме комплексных испытаний.
- Оценка состояния переключающих устройств;
- Испытание бака на плотность;

- Проверка устройств охлаждения при вводе в эксплуатацию и текущем ремонте трансформаторов производится в соответствии с инструкцией по эксплуатации
- Проверка предохранительных устройств при вводе трансформатора в эксплуатацию и капитальном ремонте
- Проверка и испытания газового реле, реле давления и струйного реле
- Проверка средств защиты масла от воздействия окружающего воздуха при вводе трансформатора в эксплуатацию и капитальном ремонте
- Тепловизионный контроль состояния трансформаторов
- Испытание трансформаторного масла
- Испытание вводов
- Испытание встроенных трансформаторов тока

СТО 34.01-23.1-001-2017 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» разработан на основе РД 34.45-51.300-97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования», содержит требования, уточненные с учетом 19 летнего опыта энергосистем, наладочных организаций, ремонтных заводов и научно-исследовательских институтов с момента выхода последней редакции РД, а также некоторые новые виды эксплуатируемого электрооборудования.

Для контроля технического состояния электрооборудования под рабочим напряжением на энергообъектах рекомендуется применение автоматизированных систем мониторинга и технического диагностирования (АСМД), которые должны осуществлять оперативное диагностирование текущего технического состояния оборудования, своевременное выявление возникающих дефектов и прогнозирование их развития.

Под рабочим напряжением должен быть обеспечен непрерывный контроль:

- состояния силовых автотрансформаторов, трансформаторов, и шунтирующих реакторов с использованием АСМД преимущественно по следующим показателям:
- электрическим параметрам (токи, напряжения, активные, реактивные мощности, $\cos \varphi$) сторон ВН, СН, НН;
- влагосодержанию и содержанию растворенных в трансформаторном масле диагностических газов;
- качеству изоляции ($\text{tg}\delta$, емкости) вводов ВН, СН (при соответствующем технико-экономическом обосновании);
- уровню частичных разрядов (при соответствующем технико-экономическом обосновании);
- температуре верхних слоев масла на входе и выходе охладителей (при соответствующем технико-экономическом обосновании);
- температуре наиболее нагретых точек обмоток;
- состоянию технологических защит и сигнализации, систем охлаждения, устройства РПН (ПБВ) для АТ.

СТО 56947007- 29.200.10.011-2008 «Трансформаторы силовые, автотрансформаторы и реакторы. Автоматизированная система мониторинга и технического диагностирования. Общие технические требования»

Для достижения максимального технико-экономического эффекта, состав и структура АСМД должны комплектоваться оптимальным набором компонентов и функций, обеспечивающих необходимый уровень диагностирование контролируемого оборудования. При максимальной комплектации технические средства АСМД должны обеспечивать контроль:

- Диэлектрических свойств изоляции высоковольтных вводов, значений тангенса угла диэлектрических потерь ($\text{tg}\delta_1$), емкости изоляции (C_1) и их изменений ($\Delta \text{tg}\delta_1$, $\Delta C_1/C_1$).
- Содержания газов, растворенных в трансформаторном масле, включая погрешность измерений;
- Содержания влаги, растворенной в трансформаторном масле, с оценкой тенденции изменения состояния;
- Теплового состояния контролируемого объекта, в том числе:
 - температуры верхних слоев масла;
 - температуры нижних слоев масла;
 - температуры на входе и выходе охладителя(ей) (для системы охлаждения типа ДЦ (с дутьем и принудительной циркуляцией масла));
 - температуры обмотки (прямое измерение);
 - температуру наиболее нагретой точки обмотки (по максимально загруженной стороне ВН, СН, НН);
- Состояния системы охлаждения и определение ее эксплуатационного ресурса.
- Состояния устройства РПН (при наличии устройства РПН). Расчет перепада температур масла в основном баке и баке контактора РПН, определения механического и электрического износа контактов;
- Текущий номер отпайки РПН;
- Характеристики ЧР в высоковольтных вводах и в баке;
- Значение напряжения и силы тока в рабочем режиме и перенапряжения (данные импортируются)

**ВАЖНО НЕ УПУСТИТЬ ВОЗНИКНОВЕНИЕ ДЕФЕКТА
В ПЕРИОД МЕЖДУ ОБСЛУЖИВАНИЕМ ТРАНСФОРМАТОРА**

Уровень I. ПЕРВИЧНЫЕ ДАТЧИКИ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ

Уровень I АСМД Звезда представлен первичными датчиками и приборами контроля на высоковольтном оборудовании подстанции:

- Приборы контроля состояния высоковольтных вводов - осуществляют контроль состояния основной изоляции вводов, основанный на непрерывном мониторинге проводимости, изменения диэлектрических потерь и ёмкости основной изоляции аппаратов под рабочим напряжением. Размещаются вблизи контролируемого высоковольтного оборудования.
- Прибор контроля газо-влажностного содержания в трансформаторном масле - осуществляют измерение концентрации газов и влаги, растворённых в трансформаторном масле. Размещаются вблизи контролируемого высоковольтного оборудования.
- Датчик температуры и влажности;

Данные с различных первичных устройств собираются, обрабатываются и передаются по проводным и беспроводным защищённым каналам связи в ПО АСМД ЗВЕЗДА позволяющую использовать данные для расчетов и прогнозирования в различных программах диагностики и моделирования по расчетно-аналитическим моделям.

Уровень II. ХАРАКТЕРИСТИКИ ШС

В части организации мониторинга силового трансформаторного оборудования Уровень II представлен шкафом связи.

ШС принимает, обрабатывает данные, полученные от первичных датчиков, и обеспечивает передачу данных в АРМ оператора в автоматическом режиме.

ШС представляет собой электротехнический шкаф, который предназначен для подключения внешних цепей к ШС. Так же ШС содержит аппаратно-программный комплекс микропроцессорных и низковольтных электротехнических компонентов, обеспечивающих выполнение функций изделия.

ШС состоит из модулей ввода – вывода и вторичных электрических схем предназначенных для нормального функционирования модулей ввода-вывода для решения следующих задач:

- ввод состояния дискретных и аналоговых сигналов;
- нормирование аналоговых сигналов;
- контроль цепей аналоговых сигналов;
- контроль состояния модулей ввода-вывода и формирование сигнала «Отказ блока мониторинга»;
- формирование массивов для обмена с АРМ оператора.

Шкаф связи может размещаться вблизи контролируемого объекта на открытом воздухе (наружная установка, климатическое исполнение У1, УХЛ1) либо в сухом отапливаемом помещении на территории подстанции (внутренняя установка, УХЛ4.2). Размещение ШС определяется в ТЗ на разработку и изготовление системы по согласованию с Заказчиком.



Рисунок 2. Исполнение шкафа сбора данных ШСД

Характеристики ШС

Номинальное напряжение	220 В, 50 Гц
Максимальная номинальная мощность	500 Вт;
Максимальный номинальный входной ток	10 А
Средняя наработка на отказ	не менее 50000 ч
Диапазон рабочих температур	От -60 до +50 С
Климатическое исполнение	УХЛ1
Рабочая влажность	от 5 % до 95 % без конденсации
Габаритные размеры	600*600*210 мм
Степень защиты	IP66
Масса	Не более 40 кг

Программное обеспечение АСМД обеспечивает решение технологических и общесистемных задач для управления техническим состоянием парка силовых трансформаторов, объединяющее подходы on-line и off-line диагностирования

ПО АСМД обеспечивает:

- автоматическое посуточное (на уровне III) и онлайн копирование информации;
- работу с архивной информации за период последние 5 лет.

Технологические задачи:

- отображение в реальном времени данных от АСМД на базе интуитивного и простого интерфейса;
- вывод информации на монитор в удобной для пользователя форме в виде таблиц, графиков, диаграмм и подготовка к выводу информации на печать;
- автоматизированная обработка первичных данных и оценка состояния оборудования;
- отображение графиков по функциональным возможностям.

Функциональные возможности:

- отображение основных параметров всех контролируемых единиц оборудования подстанции в едином окне;
- отображение констант, используемых при расчетах математических параметров по каждой контролируемой единице оборудования;
- отображение окон со справочными данными по каждой единице контролируемого оборудования.
- оценка технического состояния по результатам анализа концентраций газов, растворенных в трансформаторном масле;
- разноплановые оценки остаточного ресурса изоляции, включая его расход с учетом режима работы и технического состояния системы изоляции бумага-масла, а также проведенных операций ТОиР;
- контроль нагрузочной способности с учетом срока эксплуатации СТ, а также индекса технического состояния, рассчитанного по данным оффлайн и онлайн контроля;
- прогнозирование по каждому диагностируемому газу с формированием оценки типа развивающегося дефекта;
- формирование рекомендации персоналу по необходимому изменению режима его работы или необходимому сейчас или в будущем техническом обслуживании или ремонте.

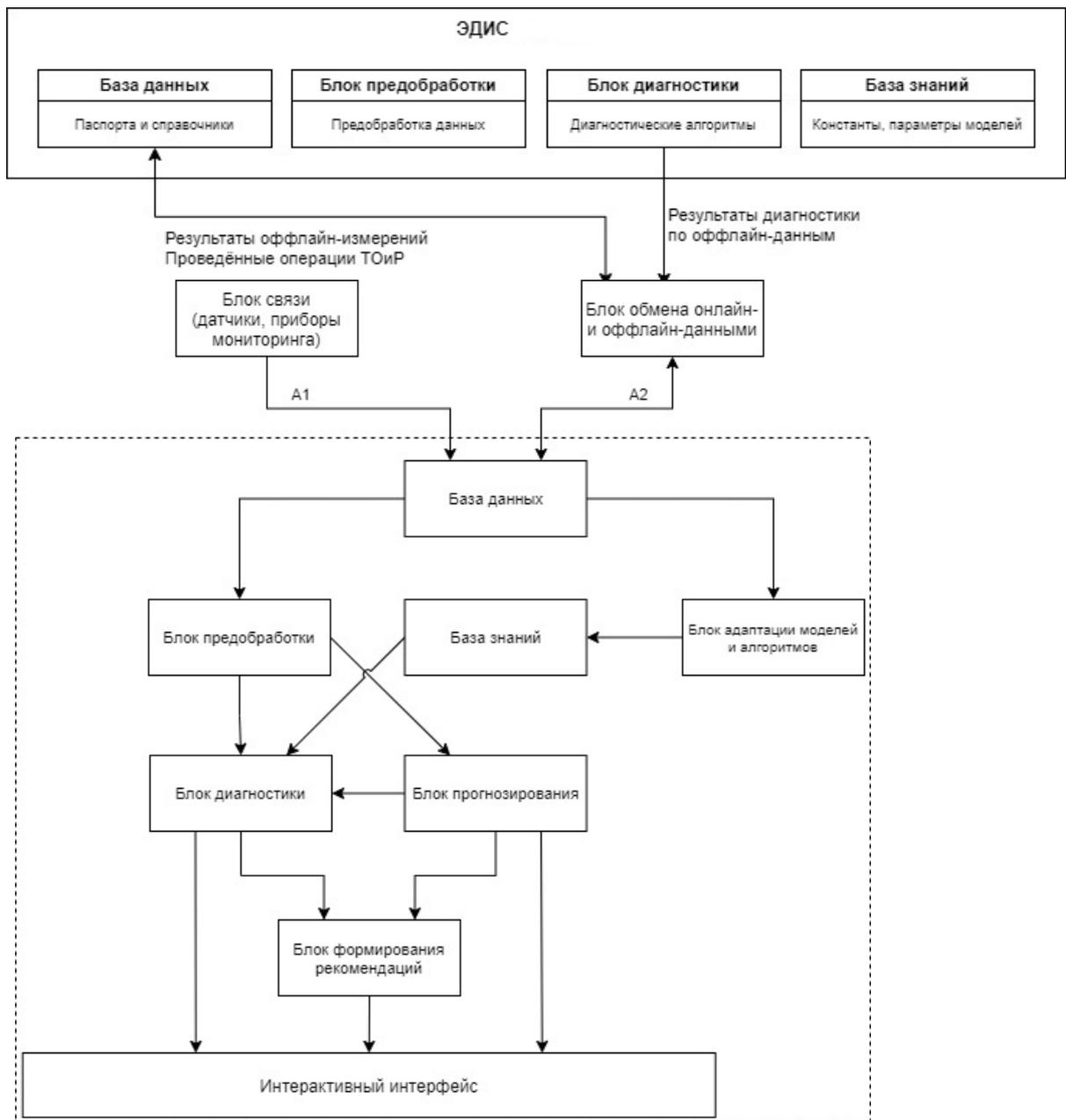


Рисунок 3. Блок-схема ПО АСМД

Функции АСМД Звезда:

- контроль электрических параметров (токи, напряжения, активные, реактивные мощности, $\cos\varphi$);
- регистрация и контроль аналоговых сигналов от датчиков и устройств (в том числе температуры верхних слоев масла, температуры нижних слоев масла, температуры окружающей среды, температуры в баке контактора РПН, положения РПН и т.п.);
- регистрация и контроль цифровых сигналов от датчиков и устройств (в том числе, Газо-влажностного содержания трансформаторного масла, прибора контроля состояния изоляции вводов и т.п.);
- регистрация и контроль релейных сигналов (в том числе от технологических защит, датчиков, устройств и т.п.);
- контроль состояния РПН, в том числе эксплуатационного ресурса;
- контроль эксплуатационного ресурса исполнительных механизмов подсистем ВЭО;

- контроль допустимых систематических и аварийных перегрузок;
- контроль отработанного ресурса и прогнозирование срока эксплуатации ВЭО на основе расчетных моделей в режиме реального времени (см.табл.2.1);
- расчет индекса технического состояния;
- вывод оперативной и архивной информации на дисплей автоматизированного рабочего места оператора (АРМ) с обеспечением возможности автоматической диагностики контролируемого силового оборудования подстанции с одного АРМ оператора;
- формирование сигналов предупредительной и аварийной сигнализации по всем контролируемым параметрам;
- запись и хранение полученной информации в течение всего периода эксплуатации оборудования с автоматическим резервным копированием данных технического состояния оборудования в процессе работы;
- АСМД обеспечивает автономный сбор, обработку и накопление измеренной информации;
- любые отказы в системе АСМД не приводят к выходу из строя первичных датчиков и измерительных систем (аналоговых и релейных), к потере информации с функционирующих устройств, а также формированию ложных сигналов;
- несанкционированное снятие первичного питания с АСМД не приводит к потере накопленной информации;
- самодиагностика АСМД;
- интеграция АСМД в АСУ ТП подстанции (по протоколу МЭК 60870-5-104);
- удаленный просмотр оперативных и архивных данных.

Техническая диагностика выполняется на основе контроля:

- температуры верхних слоев масла;
- температуры нижних слоев масла;
- температуры воздуха окружающей среды;
- рабочих токов, напряжений, $\cos \varphi$, активной и реактивной мощности трансформаторного оборудования;
- $\text{tg}\delta$, ёмкости основной изоляции и небаланса токов проводимости высоковольтных вводов;
- температуры масла в контакторе РПН;
- сигналов о работе двигателей маслонасосов и вентиляторов;
- сигналов струйного, базового реле и устройств сброса давления;
- уровня масла в расширителе трансформаторного оборудования;
- содержания газов, растворенных в масле;
- влагосодержания масла;
- наличия потока масла в охладителях;
- температуры масла на входе и выходе охладителей;
- количества пусков электродвигателей маслонасосов и вентиляторов;
- уровня масла в расширителе РПН;
- тока или мощности двигателя привода РПН;
- режимов работы системы охлаждения;
- текущего номера отпайки и подсчета количества переключений РПН.

Перечень функций, которые должна обеспечивать АСМД, зависит от каждого конкретного объекта контроля.

РАСЧЕТ ИНДЕКСА ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ

Отдельное внимание уделено вопросу расчёта ИТС по данным онлайн, поскольку определяемые приказом Минэнерго № 676 от 26 июля 2017 г. «Об утверждении методики

оценки технического состояния основного технологического оборудования и линий электропередачи электрических станций и электрических сетей» с изм., внесёнными приказом № 192, значения ИТС рассчитываются периодически, в то время как входящие в расчёт характеристики вводов, трансформаторного масла и влажности бумажной изоляции могут измеряться или рассчитываться в АСМД непрерывно.

Очевидно, что в период между датами расчета ИТС значения этих характеристик могут в значительной степени изменяться. Их флуктуация в этот период может стать дополнительным фактором для анализа. В предложенной методике оценивается вклад каждого измеренного онлайн-параметра в расчёт ИТС, и значение ИТС затем корректируется с учётом значений вкладов онлайн-параметров в ИТС на момент измерения онлайн-параметров.

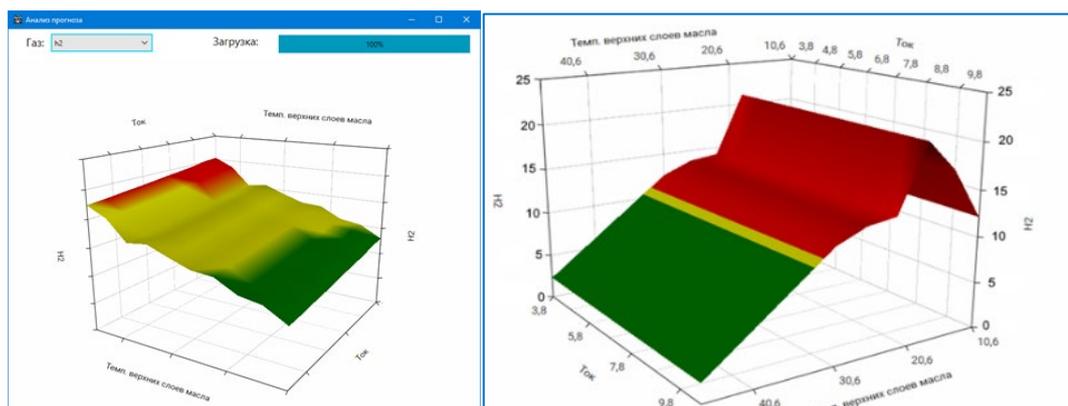
Оперативный ИТС – показатель, рассчитанный по методике Минэнерго с применением данных онлайн-измерений - в определённой степени может быть оценкой состояния трансформаторного оборудования и период между датами его расчёта по традиционным программам. Методика же его учёта в рамках этого периода применена в системе АСМД и заключается как фактическом вычислении текущих значений ИТС и его прогноза по правилам Минэнерго, так и в интегральном его расчете с исключением периодов выявления и устранения неисправностей, что даёт взвешенную единообразную оценку состояния оборудования в течение периода и может анализироваться наряду с классическим ИТС, уточняя его, как наихудшее его значение между датами расчета.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Для краткосрочного прогнозирования используется модель машинного обучения, определяющая зависимость концентрации каждого из растворённых в трансформаторном масле газов от истории развития концентраций, нагрузки, температуры верхних слоёв масла трансформатора и температуры окружающей среды и учитывающая взаимное влияние этих факторов в соответствии с положением приложения В СТО 34.01-23-003-2019: «Методические указания по техническому диагностированию развивающихся дефектов маслонаполненного высоковольтного электрооборудования по результатам анализа газов, растворенных в минеральном трансформаторном масле», в котором увеличение нагрузки трансформатора и сезонные изменения температуры относятся к эксплуатационным факторам, вызывающим увеличение концентраций растворённых газов.

Для пошагового построения прогноза концентраций в модели используются дополнительные алгоритмы профилирования нагрузки и температуры верхних слоёв масла и алгоритм моделирования температуры окружающего воздуха.

В АСМД может дополнительно использоваться формирование набора прогнозных сценариев развития температур и нагрузки. Прогнозные сценарии формируются смещением значений температур и нагрузки вверх или вниз шагами.



РЕКОМЕНДАЦИИ ПЕРСОНАЛУ

Для того, чтобы система могла их выдать рекомендации, она должна уметь определить тип, характер и прогноз развития дефекта, что и реализовано в нашей системе интеллектуальной диагностики АСМД Звезда.

Для формирования рекомендаций учитываются:

- режимы работы контролируемого оборудования (с какой нагрузкой, в каких погодных условиях, как происходил нагрев и сколько длились те или иные события);
- эксплуатационные воздействия (сушка или замена масла, долив масла, вмешательства в конструкцию при ремонте и их тип);
- результаты регламентных испытаний: некоторые измерения нельзя произвести в режиме эксплуатации, некоторые – только в лаборатории, а некоторые можно сопоставлять с измерениями онлайн.

Система способна проверить релевантность измерений – не показывает ли система мониторинга значения, которые невозможны (ошибка датчика, неверная настройка и т.п.), в верификации помимо алгоритма проверки участвуют и регламентные измерения.

2024-01-05 00:28:00	T-2	Дефект: искровые разряды высокой энергии, дуга Повреждением затронута целлюлозная изоляция и вероятен низкотемпературный дефект с температурой менее 160 °C С учётом очистки: термический дефект в диапазоне низких температур.	Поставить на контроль. При подтверждении дефекта лабораторным ХАРГ планировать вывод из работы.
2024-01-05 00:28:00	T-2	СТО 34.01-23-003-2019, метод номограмм Дефект: нагрев в диапазоне средних температур, основной газ - метан С учётом очистки: нагрев в диапазоне средних температур.	Поставить на контроль. При подтверждении дефекта лабораторным ХАРГ планировать вывод из работы.

Рисунок 5. Пример рекомендация персоналу

Каждая диагностическая модель в системе интеллектуальной диагностики умеет выводы по комплексу полученных измерений с учетом всех вышеперечисленных факторов.

Это позволяет применять инструментарий подстройки расчетных коэффициентов моделей (например – изменилась вязкость масла, а это дает существенные отклонения в расчетах), а также автоматически корректировать значения предупредительной и аварийной сигнализации (в различных условиях пороговые значения тоже различны).

Наличие в системе базы данных по статистике повреждений, сопоставленной с данными диагностических измерений, также позволяет уточнить тип и характер развивающегося дефекта, а прогнозны модели – рассчитать динамику изменения параметров (например, диагностических концентраций газов), а значит - дать прогноз по развитию конкретного дефекта.

Существенным является также наличие для анализа первичных измерений требуемой частоты, точности и детализации. Не все приборы на рынке могут это обеспечить.

Подбор правильных датчиков наша ключевая компетенция, наработанная годами инжиниринга комплексных систем.

ПЕРЕЧЕНЬ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ

Для повышения эффективности диагностики и исключения влияния человеческого фактора в системе применяются математические алгоритмы (модели), по которым на основе первичных данных от датчиков рассчитывается ряд параметров, позволяющих более точно определить наличие неисправностей и дефектов, а также необходимость принятия мер по их предупреждению.

Система на основании моделей определяет тип, характер и скорость развития дефекта, а исходя из типа, характера и скорости дает рекомендации используя следующие математические модели.

Коэффициент нагрузки	Постоянный расчет коэффициента нагрузки по данным тока нагрузки.
Температура наиболее нагретой точки обмотки	Расчёт в режиме эксплуатации температуры наиболее нагретой точки (ТННТ) обмотки с учётом нагрузки, температуры окружающей среды, верхних и нижних слоёв масла и тепловых характеристик трансформаторного оборудования. От температуры наиболее нагретой точки обмотки зависит скорость термического износа изоляции.
Влагосодержание твёрдой изоляции	Расчет в режиме эксплуатации влагосодержания целлюлозной изоляции силового трансформатора в местах с температурой наиболее нагретой точки обмотки, а также расчёт относительного и абсолютного влагосодержания трансформаторного масла. Влагосодержание твёрдой изоляции учитывается при расчёте степени старения изоляции.
Степень износа целлюлозной изоляции	Расчёт степени старения целлюлозной изоляции в режиме эксплуатации с использованием рассчитанной температуры наиболее нагретой точки обмотки и влагосодержания твёрдой изоляции.
Температура образования пузырьков газа	Расчёт в режиме эксплуатации температуры образования пузырьков газа в изоляции по рассчитанному влагосодержанию твёрдой изоляции. Если температура наиболее нагретой точки обмотки равна или превышает расчётную температуру, возможно образование пузырьков
Регистрация и анализ временных повышений напряжения	Регистрируются величины и длительности повышений напряжения, превышающих номинальное значение. Также регистрируется количество этих повышений и интервалы времени между ними
Контроль состояния изоляции высоковольтных вводов	Оценка состояния изоляции высоковольтных маслонаполненных вводов по результатам непрерывного измерения в режиме эксплуатации следующих параметров: <ul style="list-style-type: none"> – ёмкости (С1) основной изоляции вводов; – тангенса угла диэлектрических потерь основной изоляции вводов; – небаланса токов утечки трёхфазной системы вводов и его фазы.
Оценка состояния и эффективности системы охлаждения	Параметры системы охлаждения, которые контролируются системой мониторинга в процессе эксплуатации (при наличии необходимых датчиков и устройств на трансформаторном оборудовании): <ul style="list-style-type: none"> • температура масла на входе и выходе охладителя;

	<ul style="list-style-type: none"> • температура верхних и нижних слоёв масла; • наличие потока масла в охладителях; • разница между расчётной температурой верхних слоёв масла и реально измеренной; • расчёт количества пусков электродвигателей маслонасосов и вентиляторов обдува; • расчёт отработанного ресурса электродвигателей маслонасосов и вентиляторов обдува.
Оценка состояния устройства РПН	<p>Для оценки состояния устройства РПН, системой мониторинга в процессе эксплуатации контролируются следующие параметры:</p> <ul style="list-style-type: none"> • номер положения; • температура масла в баке контактора; • срабатывание струйного реле; • контроль уровня масла в расширителе РПН; • релейные сигналы, характеризующие состояние РПН; • расчёт количества переключений; • расчёт отработанного ресурса РПН.

ИНТЕРФЕЙС ПО АСМД ЗВЕЗДА

Информация представлена в 4 основных формах:

- График;
- Журналы;
- Легенды (отвечают за отображение линий на графике);
- Данные последнего замера.

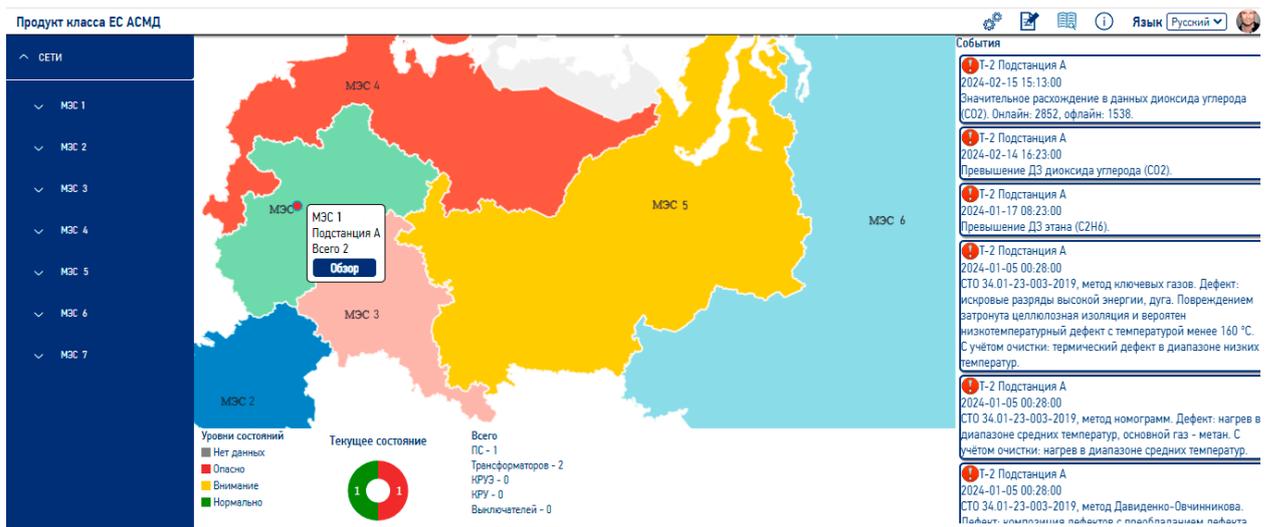


Рисунок 6. Главный экран ПО АСМД

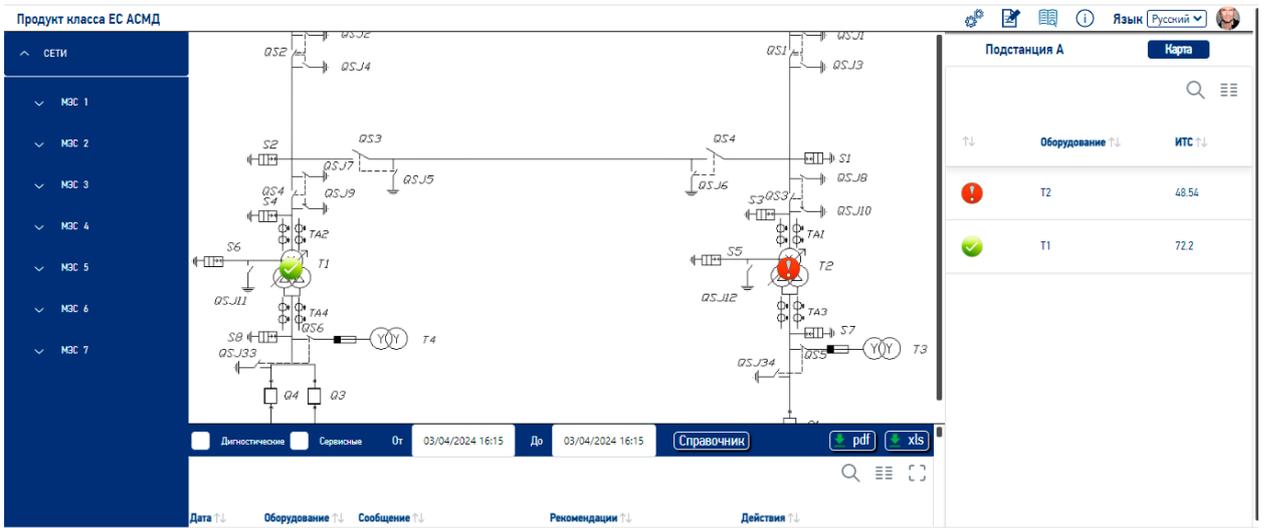


Рисунок 7. Отображение данных на уровне ПС с диагностическими сообщениями и рекомендациями персоналу

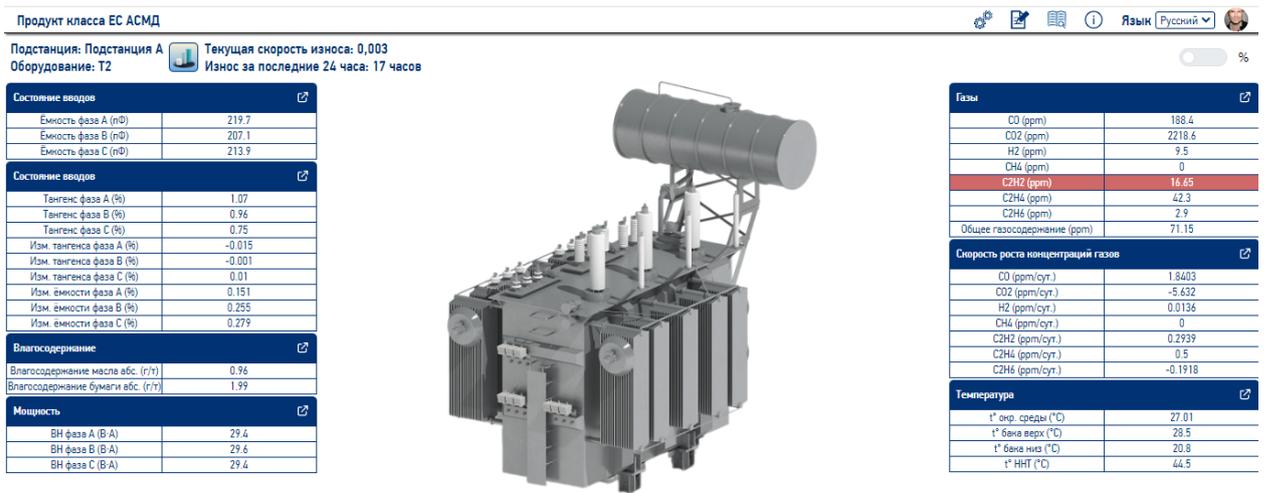
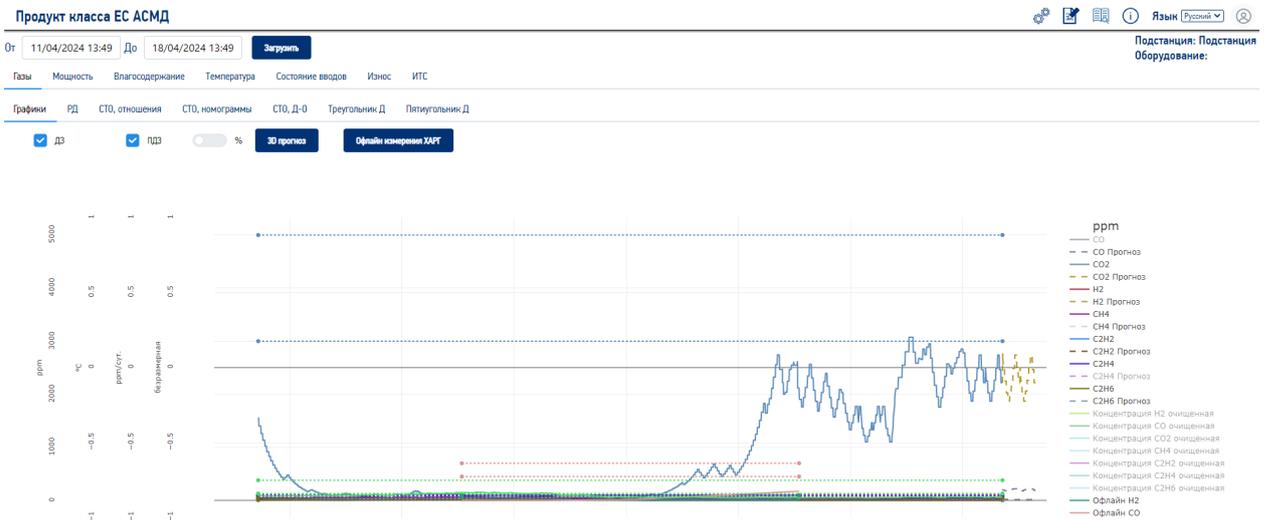


Рисунок 8. Окно состояния оборудования



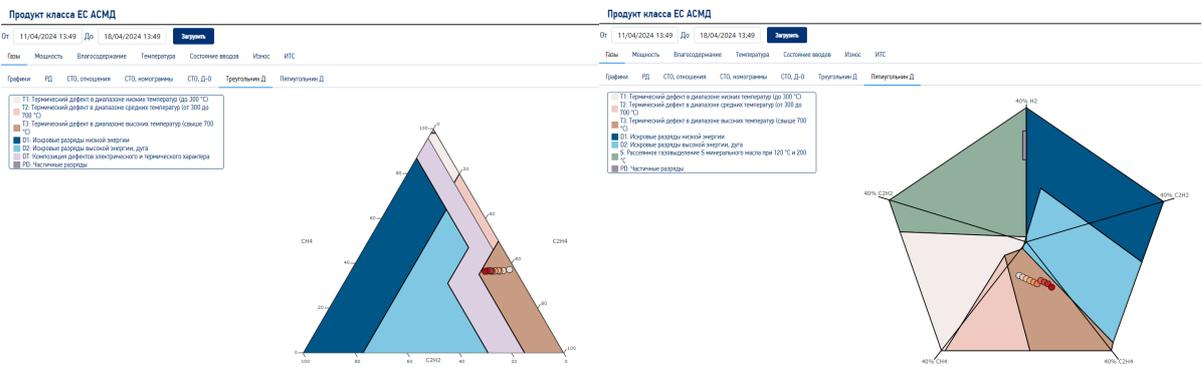


Рисунок 9. Отображение данных по растворенным газам (доступен ручной выбор отображаемых параметров)



Рисунок 10. Отображение данных на вкладке «Мощность» (доступен ручной выбор отображаемых параметров)

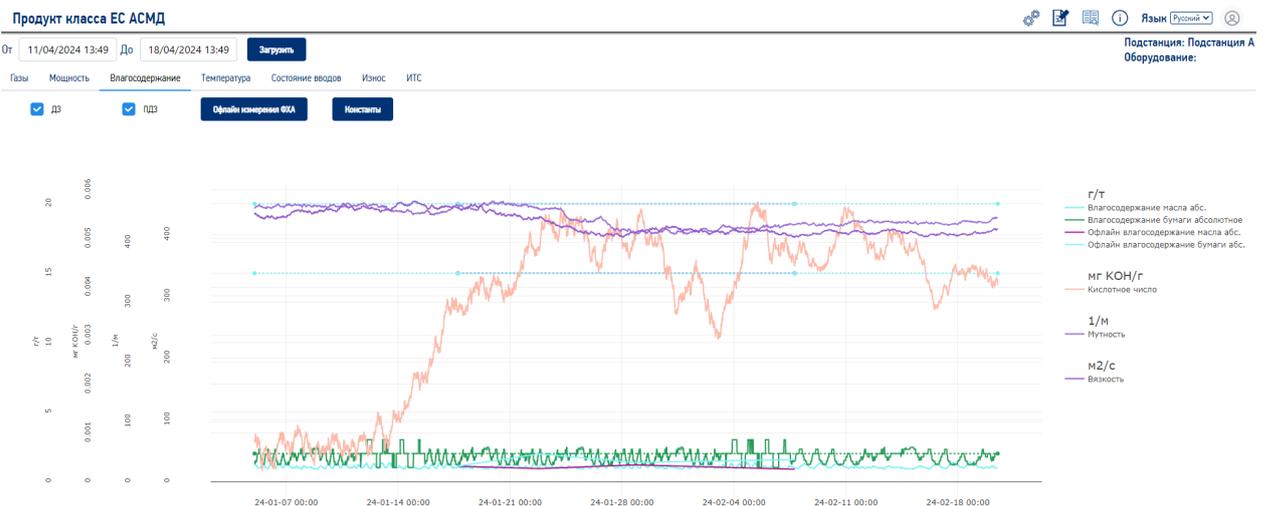


Рисунок 11. Отображение данных на вкладке «Влажностное содержание» (доступен ручной выбор отображаемых параметров)

От 11/04/2024 13:49 До 18/04/2024 13:49 Загрузить

Подстанция: Подстанция А
Оборудование:

Газы Мощность Влажность Температура Состояние вводов Износ ИТС

ДЗ ПДЗ



Рисунок 12. Отображение данных на вкладке «Температура» (доступен ручной выбор отображаемых параметров)

От 11/04/2024 13:49 До 18/04/2024 13:49 Загрузить

Подстанция: Подстанция А
Оборудование:

Газы Мощность Влажность Температура Состояние вводов Износ ИТС

ДЗ ПДЗ [Открыть измерения вводов](#)

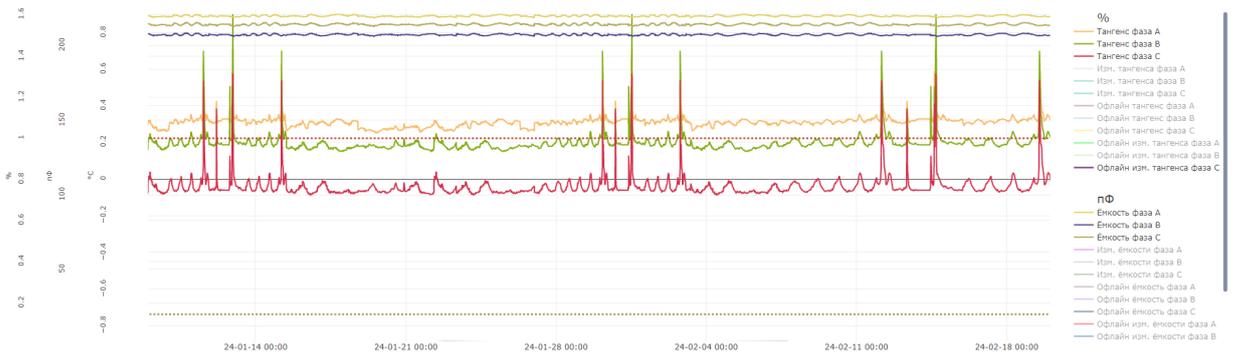


Рисунок 13. Отображение данных на вкладке «Состояние вводов» (доступен ручной выбор отображаемых параметров)

От 11/04/2024 13:49 До 18/04/2024 13:49 Загрузить

Подстанция: Подстанция А
Оборудование:

Газы Мощность Влажность Температура Состояние вводов Износ ИТС

ДЗ ПДЗ



Рисунок 14. Отображение данных на вкладке «Износ» (доступен ручной выбор отображаемых параметров)



Рисунок 15. Отображение данных на вкладке «ИТС»

ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ВЫГОДА

Наша система имеет большой опыт применения, ее использование снижает нагрузки на персонал и его ответственность за происходящее за счет автоматизации рекомендаций и раннего предупреждения аварийных ситуаций.

Ценность АСМД в обеспечении надежности энергетических систем: экспертная система для прогнозирования, выявления, анализа и оценки рисков аварии АСМД ЗВЕЗДА позволяет повысить надежность работы силового оборудования за счет постоянного автоматизированного контроля изменений.

АСМД обеспечивает снижение потерь за счет своевременного предупреждения инцидентов, а также выявления развивающегося дефекта на оборудовании.

Экономическая выгода: внедрение АСМД позволит снизить затраты на устранение технологических нарушений, а также сократить издержки на текущую эксплуатацию оборудования в среднем на 2 млн. рублей за счет перехода от планового ремонта к ремонту по состоянию.

Внедрение АСМД ЗВЕЗДА позволит осуществить переход от анализа данных мониторинга, воспользоваться которыми без привлечения группы экспертов не представляется возможным, к автоматизированным системам определения технического состояния с выдачей конкретных рекомендаций для последующего управления активами.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СОБСТВЕННОСТЬ

Соответствие требованиям технических регламентов: Декларация ТР ТС: ЕАЭС N RU Д-RU.PA03.B.42384/21.

Аттестация в ПАО «Россети»: Автоматизированная система мониторинга и технического диагностирования силового масляного трансформаторного оборудования (АСМД) Звезда прошла аттестацию оборудования утвержденным техническим требованиям ПАО «Россети» (номер в реестре 891) и рекомендована для применения на объектах ДЗО ПАО «Россети».

Патент на изобретение: Патент № 2791597 «Система мониторинга, диагностирования и управления техническим состоянием парка силовых трансформаторов».

Реестр программ для ЭВМ: ПО АСМД Звезда внесено в реестр программ для ЭВМ под номером 2022611907 от 04.02.2022.

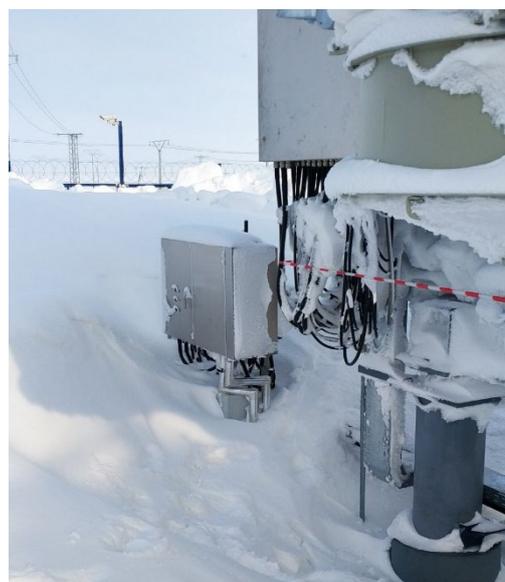
Реестр Российского программного обеспечения: ПО АСМД Звезда включено в Реестр по Приказу Минцифры России от 21.04.2021 № 396 Приложение №1, реестровый №10309

АСМД Звезда соответствует СТО 56947007-29.200.10.011-2008 Трансформаторы силовые, автотрансформаторы и реакторы. Автоматизированная система мониторинга и технического диагностирования. Общие технические требования.

ПРИМЕРЫ ПРОЕКТОВ



Многолетний опыт реализации проектов оснащения трансформаторов 110-750 кВ стационарными системами DGA.



Опыт установки газоанализатора в экстремальных условиях (до -35°C при установке, до -50°C при эксплуатации) с дистанционным мониторингом через 3G



Мобильный (переносной) комплекс контроля и технической диагностики силовых трансформаторов



Мобильная автоматизированная система мониторинга

Кейсы по реализованным проектам:

ПС 220кВ «Котловка» (АО «ОЭК»): Реализация комплексной системы мониторинга состояния силовых трансформаторов 200 МВА и КРУЭ 220 кВ с выводом сигналов по протоколу МЭК 61850 до ПТК АСТУ на Центральный узел связи ПАО «ОЭК».

Цифровая ПС 110/20кВ «Медведевская» (ПАО «МОЭСК»): Реализация комплексной системы мониторинга силовых трансформаторов 80 МВА и 110 кВ с внедрением системы SCADA и передачей сигналов по протоколу МЭК 61850.

ГПП-104 «Восточная» АО «СИБУР-НЕФТЕХИМ»: Реализация комплексного мониторинга состояния силовых трансформаторов и внедрение ПО с функцией прогнозирования технического состояния.

ГТЭС – ЦПС-СЕВЕР: Интеграция систем мониторинга различного оборудования в единую автоматизированную систему высокого доверительного уровня.

Московское энергетическое кольцо (внедрение АСМД «ЗВЕЗДА»): Комплексное восстановление АСМД Московского энергетического кольца МЭС Центра и объединение в единую сеть АСМД с выводом на уровни ПМЭС, МЭС, ИА, САЦ Россети более 40 единиц разнотипного основного оборудования (Т, АТ, ШР, КЛ, КРУЭ), разных производителей на 4 ПС 500 кВ. Развитие данной работы в создание концепции Единой сети АСМД ПС

КОНТАКТЫ

ООО «БО-ЭНЕРГО»

energo@bo-energo.ru

www.bo-energo.ru