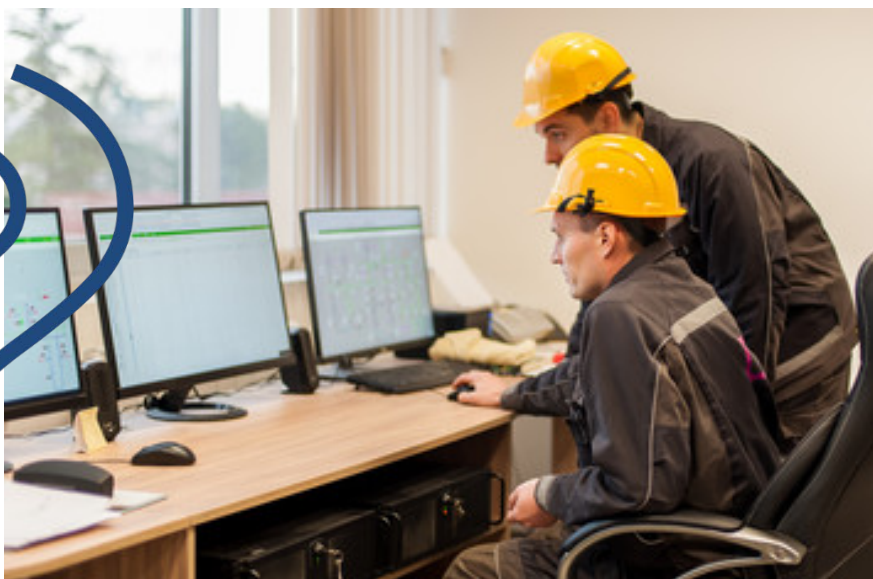




Программно-технический комплекс визуального осмотра и наблюдения за состоянием оборудования подстанции для предупреждения возникновения технологических нарушений



ПТК визуального осмотра и наблюдения – это передовое автоматизированное решение для прогнозирования технологических нарушений.



Вы согласны с тем, что постоянное наблюдение и анализ могут помочь предупредить развитие больших инцидентов?

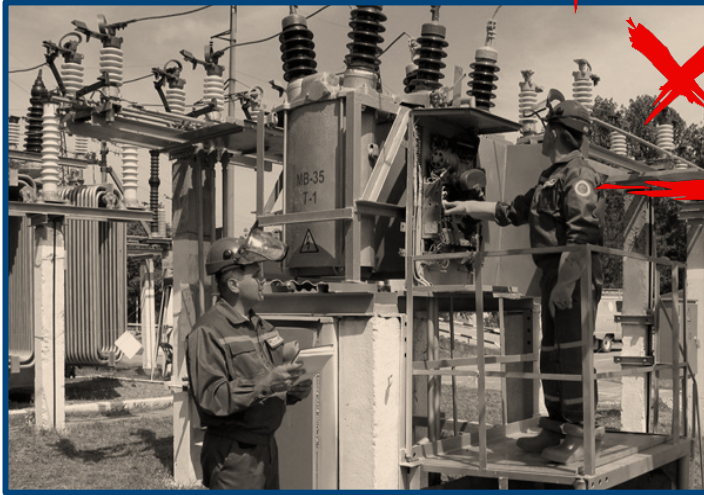
Для чего ПТК?



ПТК обеспечивает наблюдения за следующими видами оборудования:

- силовые трансформаторы;
- трансформаторы тока;
- трансформаторы напряжения;
- реакторы токоограничивающие;
- разъединители;
- высоковольтные выключатели;
- опорная и подвесная изоляция;
- контактные соединения проводов.

Для чего ПТК?



Вам требуется автоматизация мониторинга за состоянием оборудования подстанций, **если:**

1. на подстанции осуществляется ежедневный осмотр состояния оборудования 2 раза в день и Вы готовы отказаться от «ручной» сборки информации;
2. показания на осмотрах все чаще не точны, а аналитика и прогнозирование в «ручном» режиме занимают много времени и средств;
3. Вы должны визуально видеть переключения и подтверждать их, а Ваш персонал не всегда может это делать;
4. у Вас нет обученного персонала для ежедневных осмотров оборудования и нет возможности расширить штат;
5. заинтересованы в сокращении статьи расходов на обслуживание и ремонт за счет прогнозирования и предотвращения аварий на подстанции;

Задачи комплекса



ПТК осуществляет следующие задачи:

- осмотр
- наблюдение за переключениями
- прогнозирует развития
- выявляет звуки, характерных для повреждений
- контролирует контактные соединения и состояния изоляторов

Функционал:

- Удаленное видео- и аудио **наблюдение** за контролируемым оборудованием ПС;
- Автоматизированный **осмотр по настраиваемым расписаниям** контролируемого оборудования ПС;
- **Анализ** данных автоматизированного осмотра **с целью прогнозирования** технологических нарушений
- **Оповещение** об отклонениях, свидетельствующих о технологических нарушениях.
- **Хранение** данных автоматизированного осмотра.

Контролируемые параметры

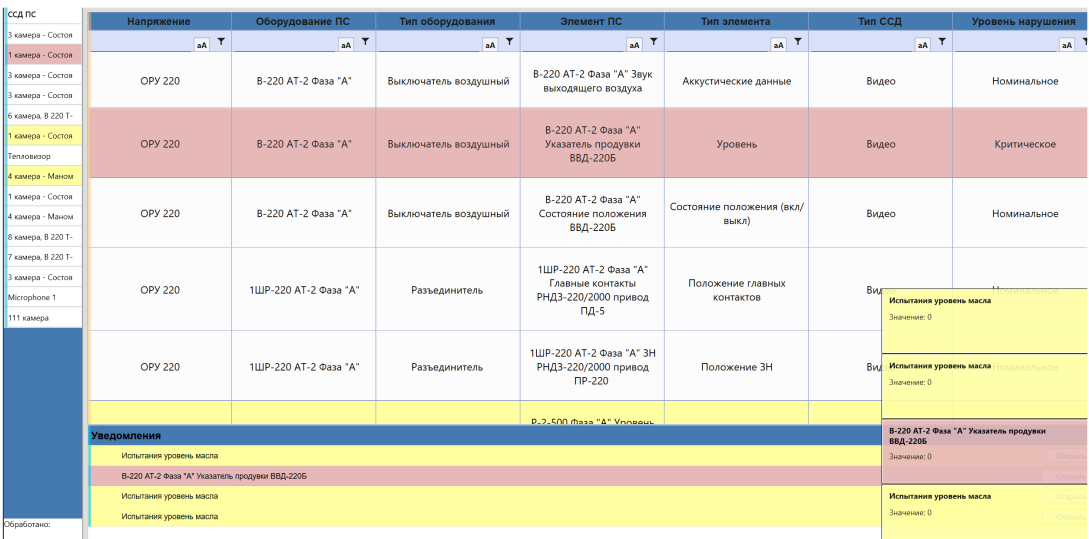


	Выключатель	Разъединитель	Т (АТ)	Высоковольтные вводы	ТН	ТТ	ШР	Подвесная опорная изоляция, контактные соединения
ВИДИМЫЙ СПЕКТР	1. Значение давления элегаза по денсиметру (индикатору плотности). 2.Герметичность выключателя по устройствам индикации (денсиметру). 3.Положение выключателей (включено, отключено) по внешним индикаторам-указателям положения. 4.Наличие и эффективность обогрева приводов выключателей при температуре наружного воздуха ниже +5°С (за исключением антиконденсатного обогрева-включен постоянно)	1. Положение разъединителей, ЗН (включено, отключено).	1.Значение температуры верхних слоев масла в трансформаторе, температуры масла в баке РПН по показаниям СИ. 2.Показания счетчика на приводном механизме РПН (при его визуальной доступности). 3.Уровень масла в расширителе по маслоуказателям. 4.Отсутствие посторонних шумов, видимых признаков ненормальной работы вентиляторов системы охлаждения. 5.Соответствие работающих охлаждающих устройств режиму работы трансформатора по показаниям и уставкам термосигнализаторов. 6.Состояние (цвет) индикаторного силикагеля в воздухоосушителях или дыхательных патронах, уровень масла в масляном затворе. 7.Отсутствие посторонних шумов, заметных вибраций. 8.Наличие и эффективность обогрева шкафов РПН при температуре наружного воздуха ниже +5 °С.	1.Значение давления масла в маслонаполненных высоковольтных вводах по показаниям манометров. 2.Герметичность маслонаполненных высоковольтных вводов, уровень масла во вводах по маслоуказателям.	1.Уровни масла в фазах (по указателям), отсутствие течи масла. 2.Состояние (цвет) индикаторного силикагеля в воздухоосушителях.	1.Уровни масла в фазах (по указателям), отсутствие течи масла. 2.Состояние (цвет) индикаторного силикагеля в воздухоосушителях.	1.Уровень масла в расширителе по маслоуказателям. 2.Значение давления масла в маслонаполненных высоковольтных вводах по показаниям манометров. 3.Температура ВСМ и обмотки. 4. Состояние (цвет) индикаторного силикагеля в воздухоосушителях или дыхательных патронах, уровень масла в масляном затворе.	
ИК-СПЕКТР	-	-	1. Наличие и эффективность обогрева шкафов РПН при температуре наружного воздуха ниже +5 °С.	-	-	-	-	1.Термограмма контактных соединений средствами ИК-контроля

Контролируемые параметры

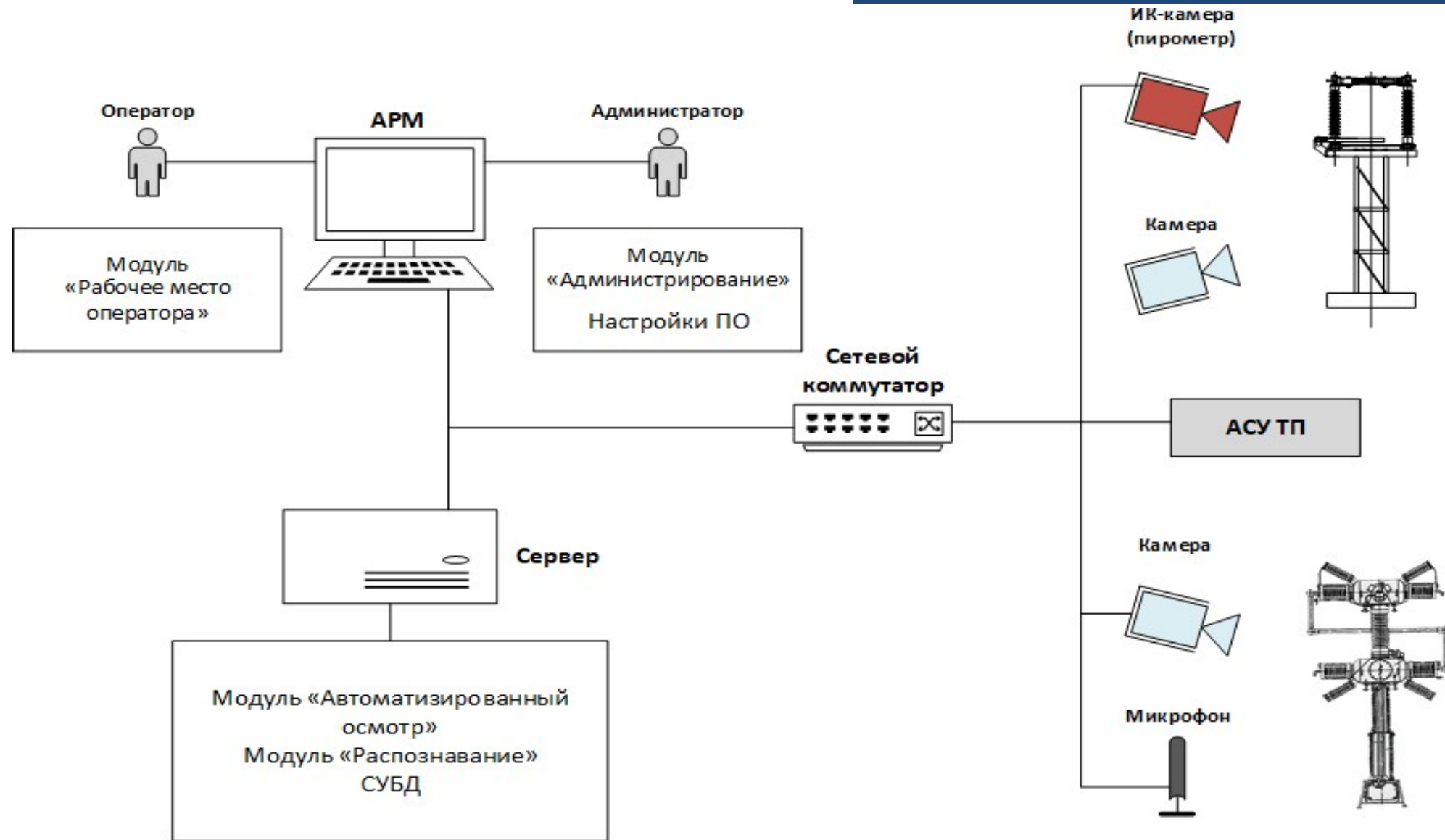


	Выключатель		Разъединитель	Высоковольтные вводы	ТН	ТТ	Подвесная опорная изоляция, контактные соединения
ВИДИМЫЙ СПЕКТР	1.Отсутствие утечек сжатого воздуха 2.Значение давления сжатого воздуха в резервуарах выключателей по ЭКМ в распределительных шкафах (при визуальной доступности). 3.Положение выключателей (включено, отключено) по внешним индикаторам-указателям положения.	1.Значение давления элегаза по денсиметру (индикатору плотности); 2.Герметичность выключателя по устройствам сигнализации. 3.Положение выключателей (включено, отключено) по внешним индикаторам-указателям положения 4.Наличие и эффективность обогрева приводов выключателей при температуре наружного воздуха ниже +5°C (за исключением антиконденсатного обогрева-включен постоянно)	1. Положение разъединителей, ЗН (включено, отключено)	1. Значение давления масла в маслonaполненных высоковольтных вводах по показаниям манометров. 2. Герметичность маслonaполненных высоковольтных вводов, уровень масла во вводах по маслоуказателям	1.Уровни масла в фазах (по указателям), отсутствие течи масла; 2.Состояние (цвет) индикаторного силикагеля в воздухоосушителях	1.Уровни масла в фазах (по указателям), отсутствие течи масла; 2.Состояние (цвет) индикаторного силикагеля в воздухоосушителях	
ИК-СПЕКТР	-	1. Наличие и эффект-ть обогрева приводов выключателей при температуре наружного воздуха ниже +5°C	-	-	-	-	1.Термограмма контактных соединений средствами ИК-контроля



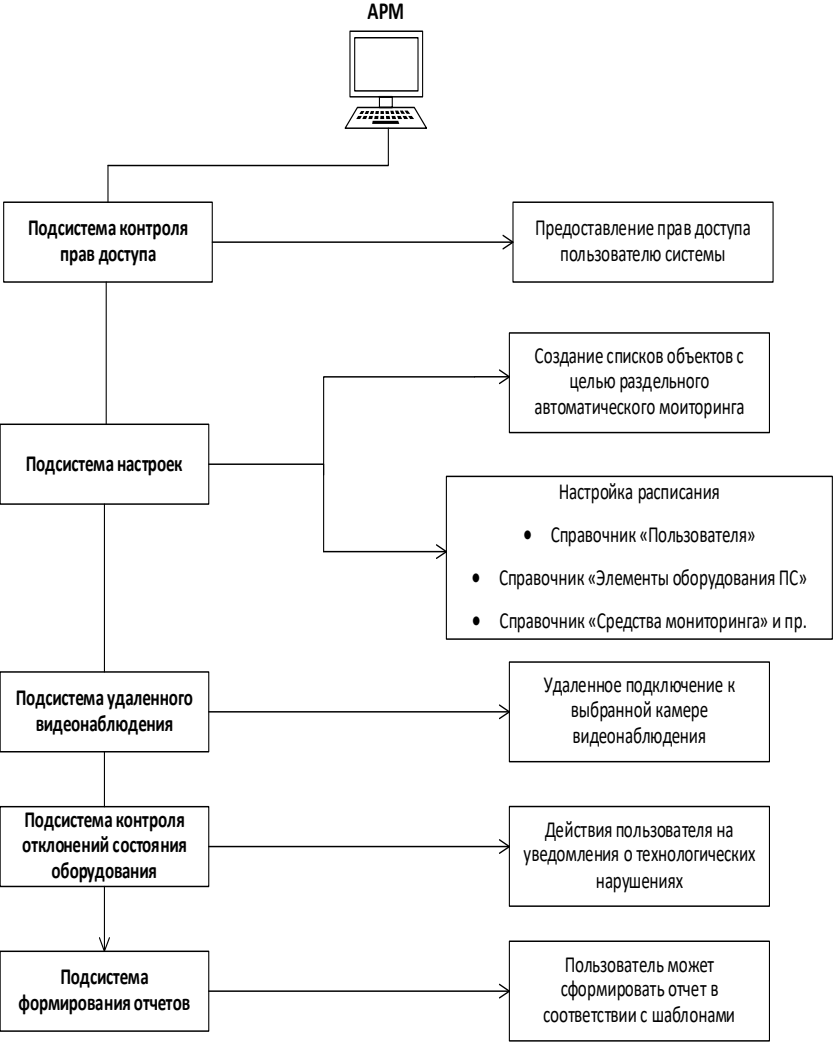
- Возможность выбора элемента оборудования к осмотру;
- Данные последнего автоматизированного осмотра;
- Подключение к соответствующему средству сбора данных (видеокамера, микрофон, тепловизор);
- Осуществление ручного осмотра элемента оборудования;
- Информация о трендах;
- Формирование отчетов.

Схема взаимосвязей элементов ПТК

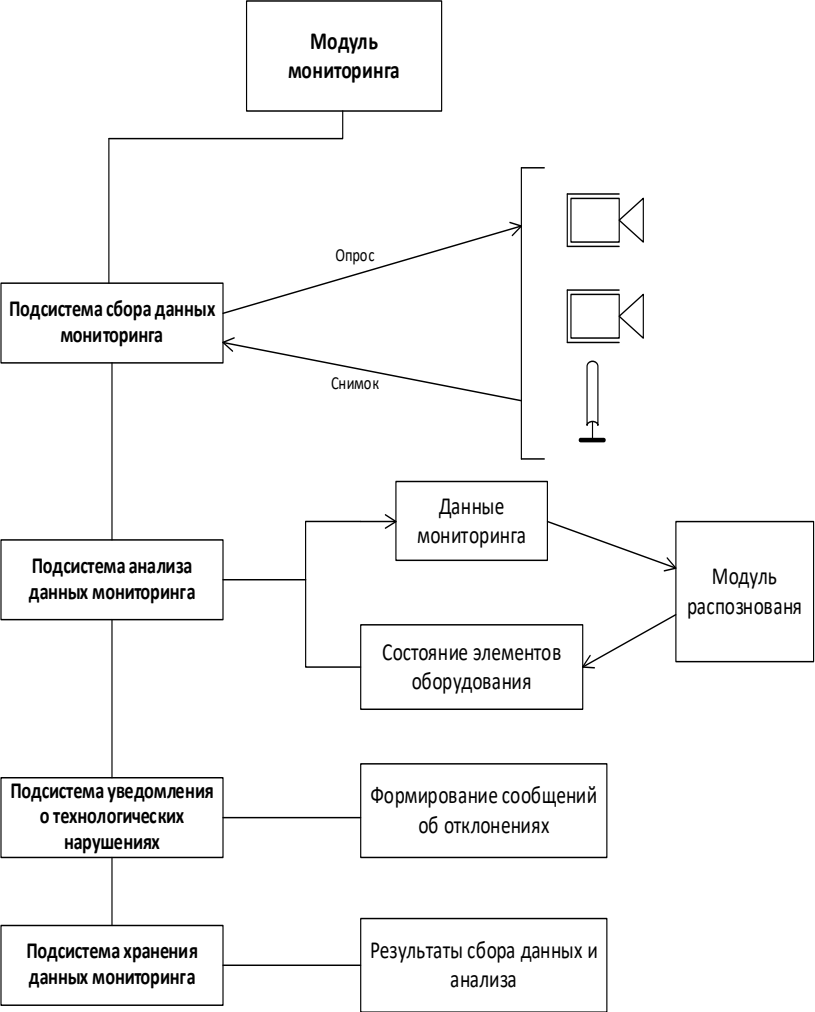




Модуль АРМ



Модуль мониторинга



Модуль распознавания

«interface» Модуль распознавания
Методы
Получение данных мониторинга элемента оборудования
Обработка полученных данных и получение состояния элемента оборудования
Выгрузка информации о состоянии оборудования



Параметры распознавания приборов настраиваются с учетом ведения круглосуточного наблюдения во всепогодных условиях.



Функционал комплекса:

- Распознавание цифровых и стрелочных показателей приборов;
- Распознавание показателей датчиков уровня;
- Распознавание положения выключателя; разъединителей и заземляющих контактов;
- Распознавание звуков на наличие аномалий;
- Тепловой анализ для определения критичных температур элементов оборудования.

Учитываются следующие факторы, влияющие на искажения изображения:

- возможные блики в светлое время суток;
- рассеянное изображение в темное время суток;
- метеоусловия региона,
- Осадки и образование наледи;



Подсистема

«Анализ данных автоматизированного осмотра».

Прогнозирование в ПТК производится методом линейной авторегрессии и предполагает 2 периода основания прогноза:

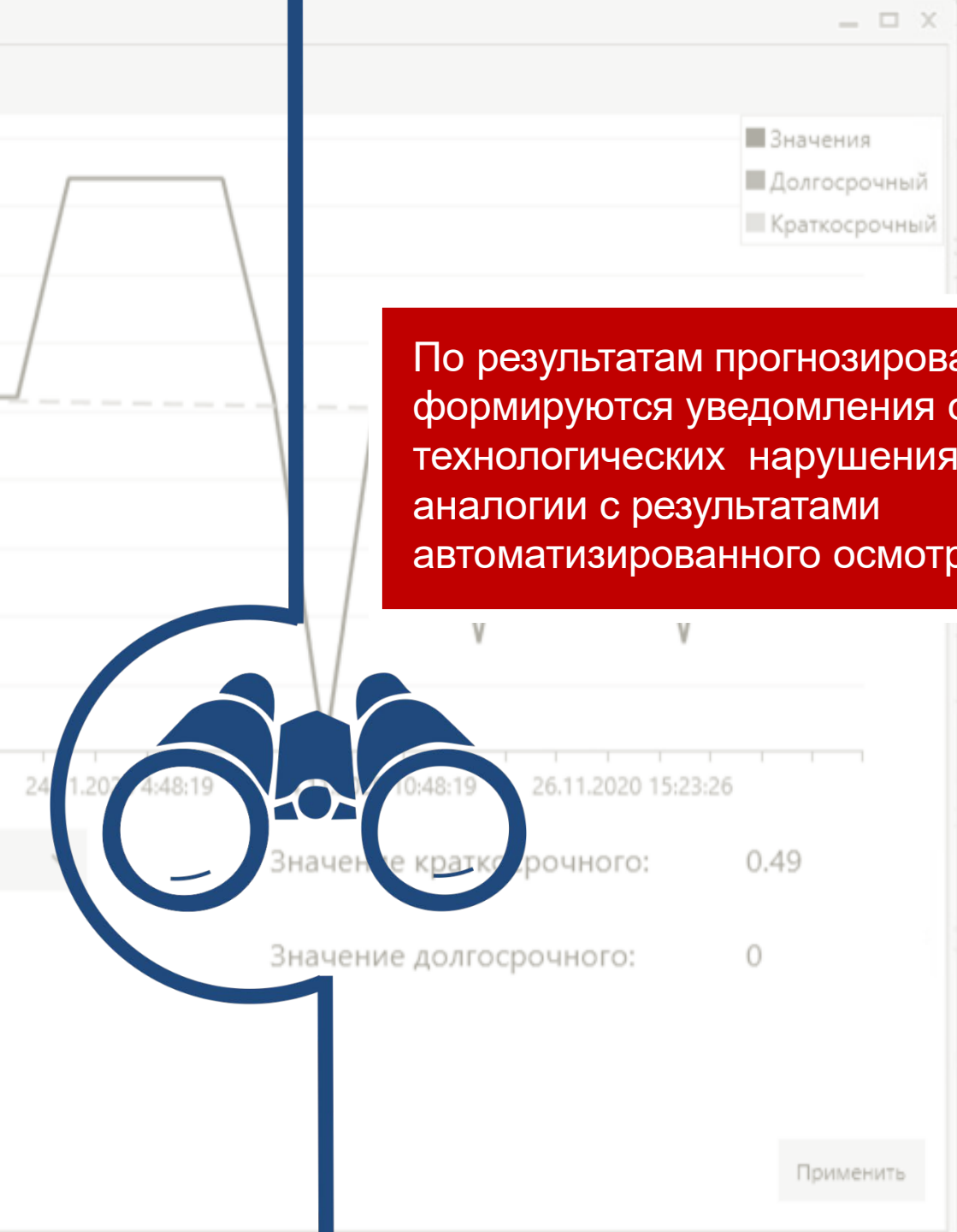
- **Краткосрочный** (характеризует скорость изменения прогнозируемой величины за ближайший интервал времени, но более чувствителен к отклонениям)
- **Долгосрочный** (лучше сглаживает отклонения, но менее точно отражает объективные изменения за последнее время)

Подсистема

«Уведомления о технологических нарушениях».

Уведомления пользователю служат для информирования о ненадлежащем состоянии средств сбора данных, об ошибках распознавания, об ошибках ПО и технологических нарушениях.

По результатам прогнозирования формируются уведомления о технологических нарушениях по аналогии с результатами автоматизированного осмотра



Модуль «Автоматизированный осмотр»



Подсистема

«Сбор данных автоматизированного осмотра».

Функционал комплекса:

- Осмотр и формирование расписания осмотров
- Формирование отчетов
- Прогнозирование
- Предупреждение и оповещение изменения показаний
- Анализ данных снимков тепловизора и формирование соответствующих уведомлений

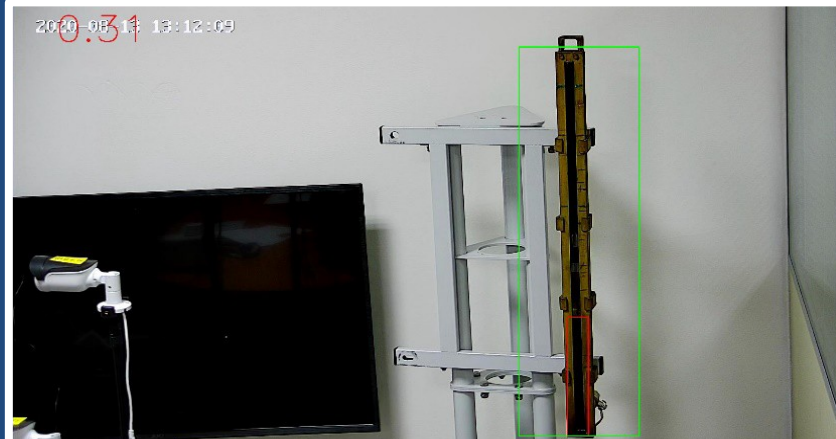
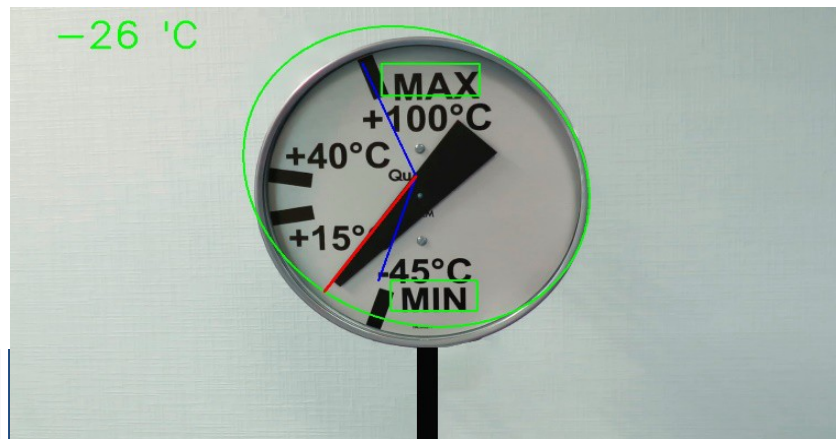
Результат осмотра каждого элемента будут числа (значение контролируемого параметра) и файл. Полученное значение контролируемого параметра записывается в БД с указанием номера сессии и необходимой служебной информацией.

Сбор данных может осуществляться:

- в «ручном» режиме (операция инициируется любым пользователем из АРМ)
- В автоматическом режиме (сбор данных производится автоматически согласно настраиваемому расписанию)



Модуль «Распознавание»



МР реализован в виде программной компоненты, получающей данных виде- и аудио наблюдения состояния элементов контролируемого оборудования и обрабатывающей их для других модулей ПТК.

- Снимки аналоговых приборов (стрелочные);
- Снимки цифровых датчиков;
- Снимки жидкостных уровней;
- Снимки индикаторов состояния;
- Снимки индикаторов цвета (силикагель);
- Снимки визуального состояния оборудования – например, состояние положений разъединителя;
- Акустические данные – аномальный звук.

Время распознавания каждого элемента данных не превышает 10 секунд.





Проверка работоспособности блока распознавания стрелочных приборов

Распознавание показаний стрелочных приборов производится с использованием алгоритмов компьютерного зрения. При этом детектирование производится с учётом специфических особенностей каждого отдельно взятого типа прибора (радиус циферблата, толщина и длина стрелки, а так же их количество, цвет).

Снимки циферблатов стрелочных и цифровых приборов преобразуют в показания приборов в соответствующих единицах измерения;

Итогом работы детектора на выходе является положение стрелки, которое затем переводится в измеряемую величину для каждого конкретного прибора (давление, температура, плотность).

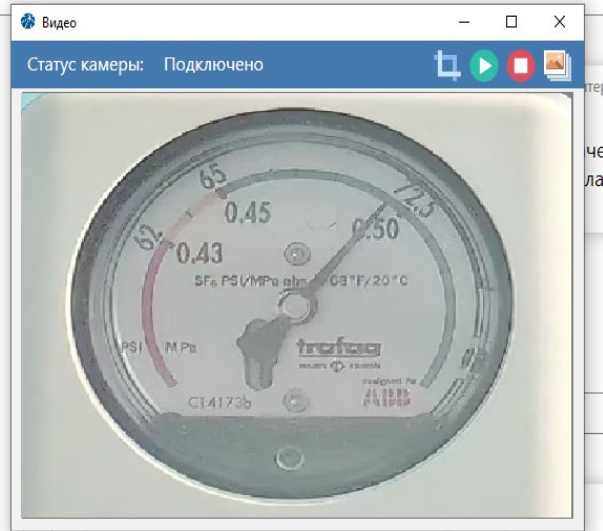
Результат последнего осмотра

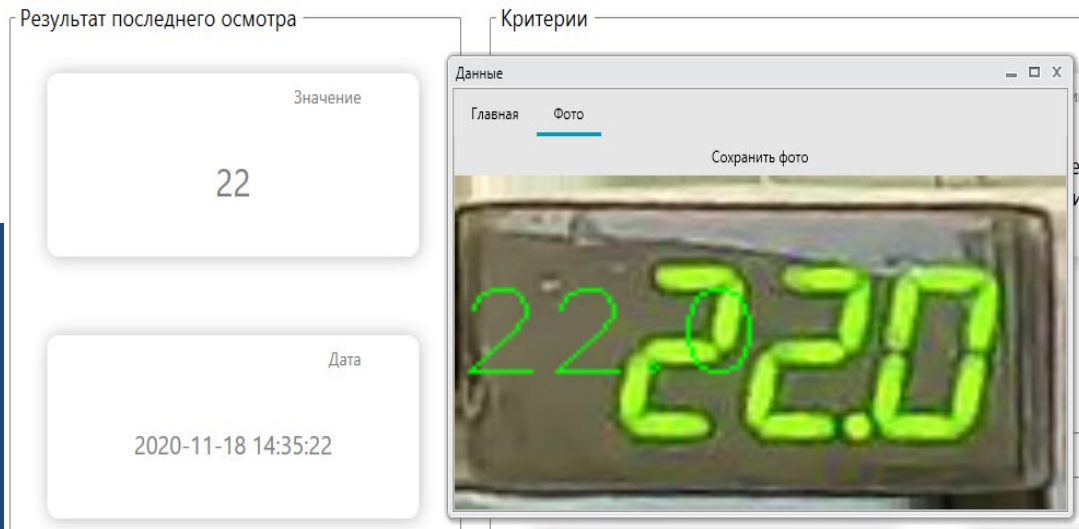
Значение

0,5

Дата

2020-11-17 10:52:06

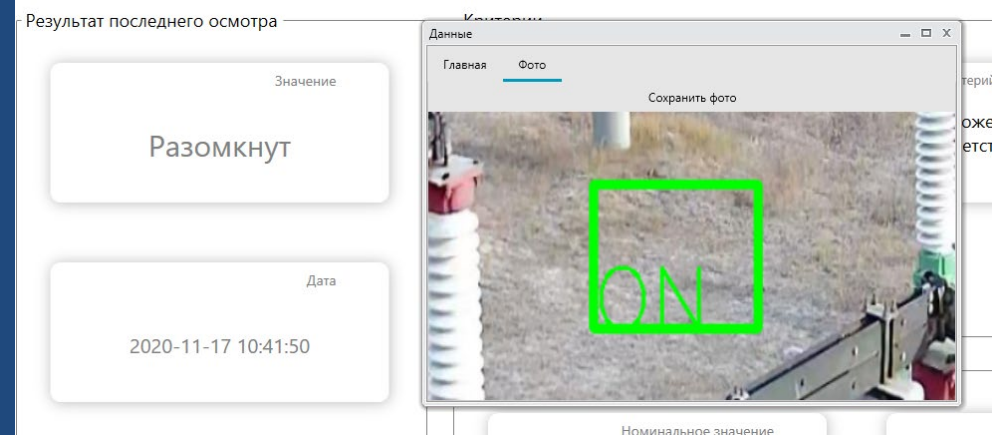
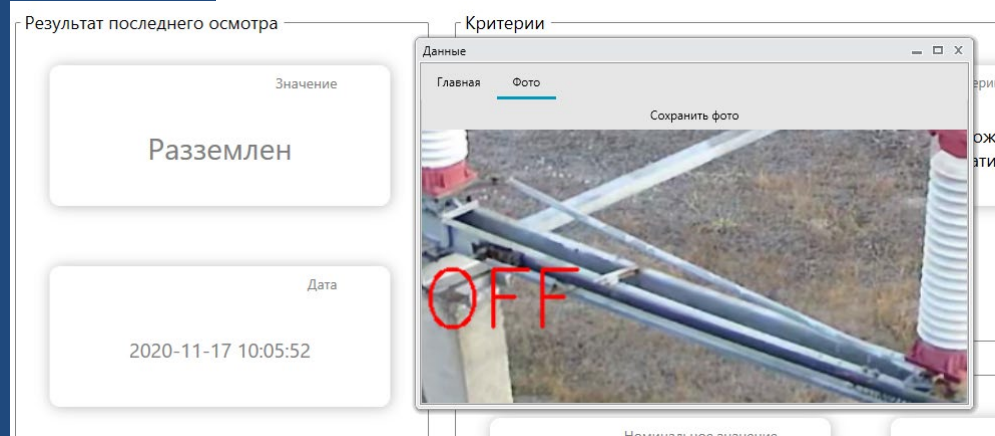
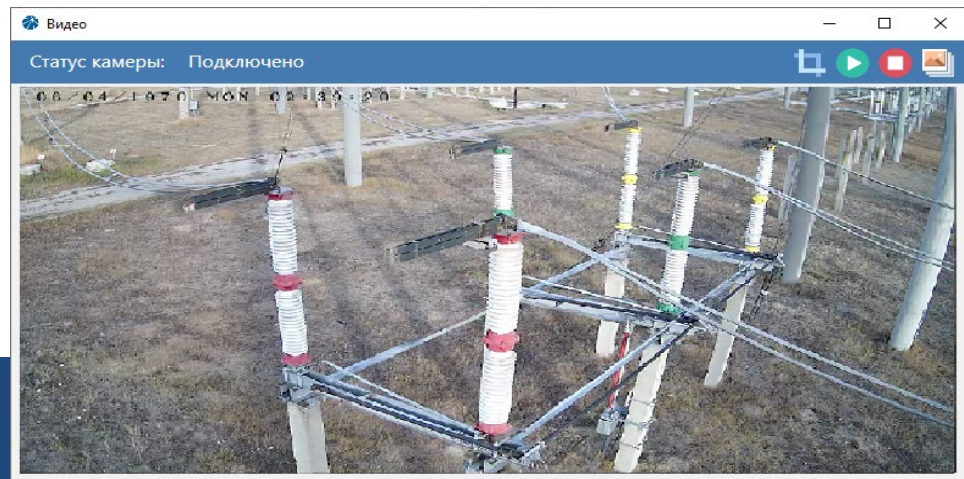




Проверка работоспособности блока распознавания цифровых датчиков

Использование нейросетевой архитектуры, обученной на наборе снимков прибора, для классификации отдельных цифр на датчике с последующим формированием итогового значения.





Модуль «Распознавание»



Проверка работоспособности блока распознавания контактов и заземляющих ножей на разъединителях

Детектирование положения ГК разъединителя осуществляется с использованием различных фильтров и морфологических преобразований изображений, которые позволяют выявить характерные главным контактам геометрические образы. Определенные соотношения полученных геометрических образов используются для классификации положений ГК.

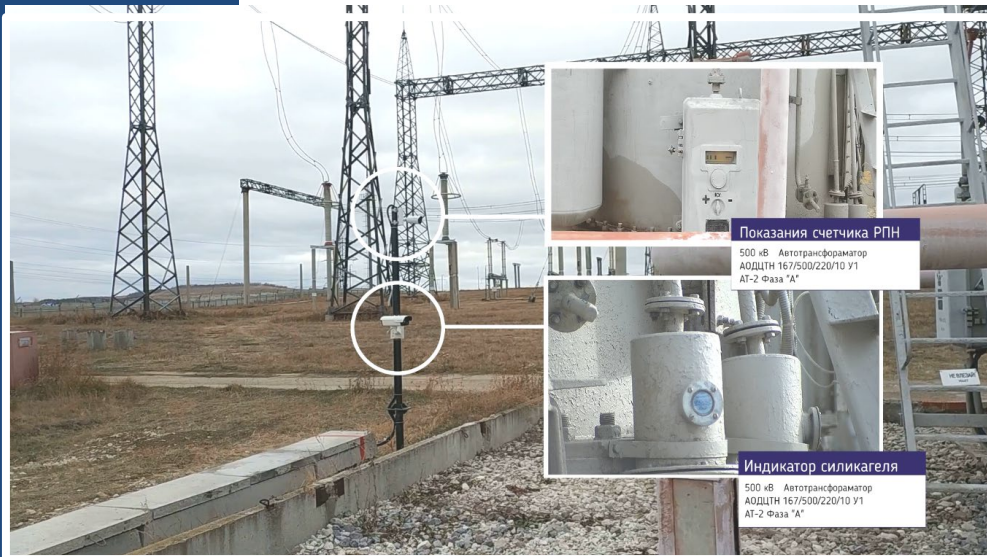


Проверка работоспособности блока распознавания датчиков уровня

Детектирование относительного положения уровня с использованием различных фильтров и морфологических преобразований изображений, которые позволяют выявить характерные уровням геометрические образы.

Снимки индикаторов цвета (например, цвета силикагеля) преобразуют в процентное соотношение меры критичного цвета к номинальному; так для индикаторов силикагеля – процент розовых гранул по отношению к синим.

Снимки индикаторов уровня жидкости преобразуют в относительное значение показания уровня жидкости так, что диапазон цифровых значений находится в промежутке от 0 до 1.



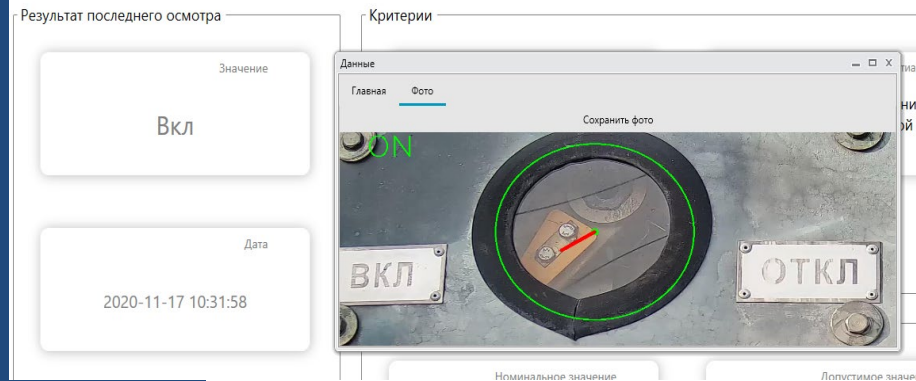
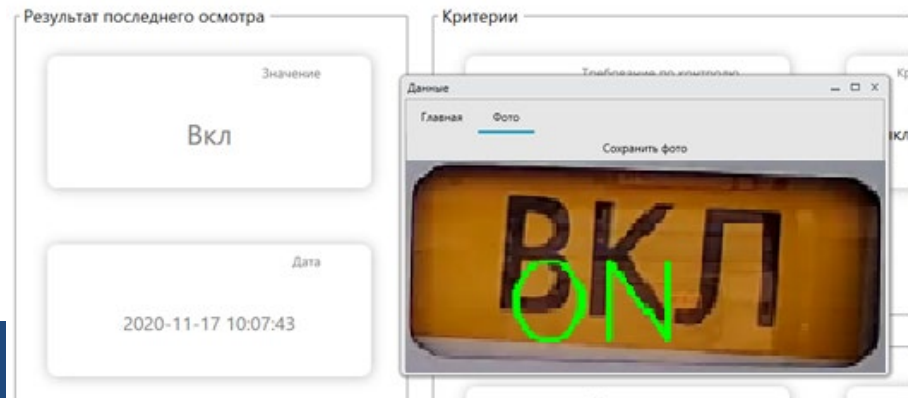
Модуль «Распознавание»



Проверка работоспособности блока распознавания индикаторов положения

Использование различных фильтров и морфологических преобразований изображений с дальнейшей подачей в нейросетевые архитектуры, обученные на детекцию и распознавание кириллицы.

Снимки индикаторов положения или внешнего вида многопозиционного оборудования (например, выключателей или разъединителей) преобразуют в числовые значения от 0 до (N-1), где N число возможных позиций;



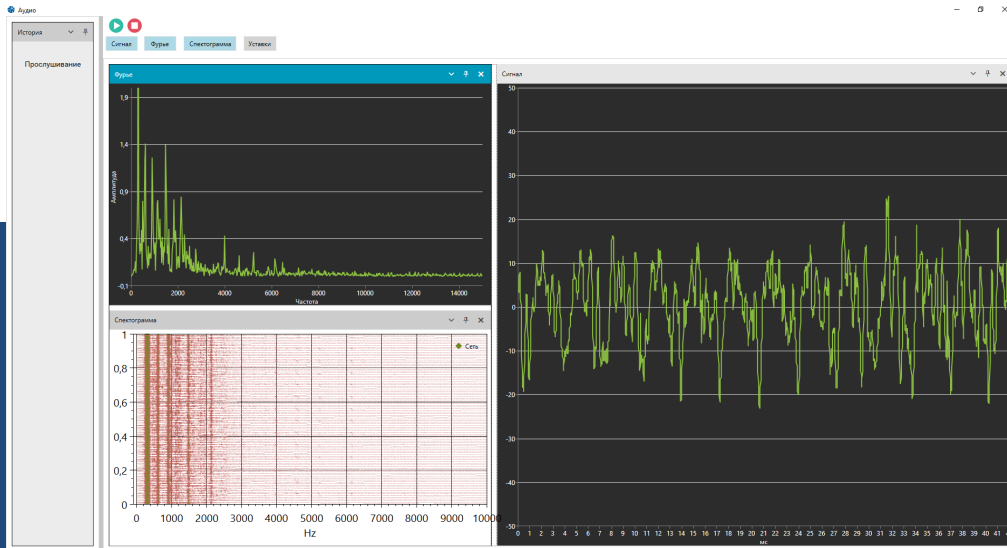


Проверка работоспособности блока распознавания звуков

Спектральный анализ звука используется для определения аномальных звуков, характерных для проявления дефектов, с помощью микрофонов. С этой целью производится анализ спектра фонового звука, и при превышении амплитуды в диапазонах частот, характерных для дефекта, ПТК выдает соответствующее уведомление.

Функционал:

- Отображение преобразования Фурье;
- Отображение необработанного сигнала;
- Отображение спектрограммы;
- Прослушивание истории аномальных звуков;
- Заведение уставок.



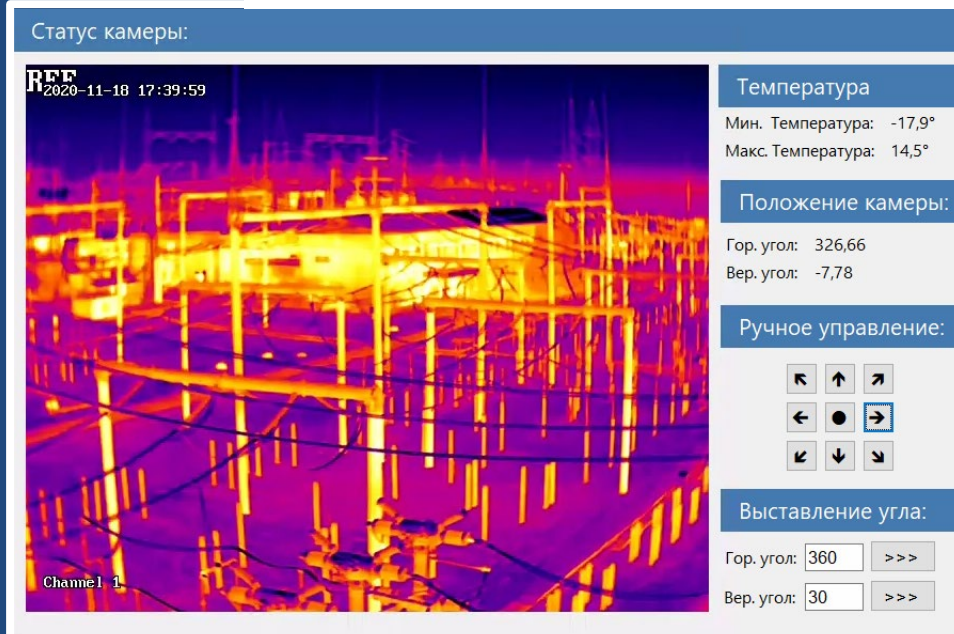
Тепловизионный контроль



Тепловой анализ (термограммы) используется для определения критичных температур элементов оборудования ПС. Для этого предварительно проводится сегментация снимков тепловизора с привязкой к двум измерениям – горизонтальному и вертикальному углам поворотной платформы, и для каждого сегмента устанавливается критическое значение температуры. Тепловизор сканирует все направления и передает соответствующие распределения температуры в ПТК. Программа производит анализ данных по каждому сегменту и при превышении температуры уставок формирует соответствующее уведомление.

Функционал:

- Управление поворотной платформой;
- Получение термограммы;
- Получение минимальной и максимальной температуры.





Плюсы внедрения программно-технического комплекса визуального осмотра и наблюдения за состоянием оборудования на подстанции:

- Внедрение передовых технических компонентов анализа и обработки информации: компьютерное зрение, спектральный анализ звука и тепловидение.
- Контроль и наблюдение в режиме реального времени;
- Автоматизация физических и механических процессов сбора и хранения информации;
- Автоматизированная организации проведения плановых периодических осмотров оборудования подстанций;
- Сокращение сроков формирования и последующего анализа показателей приборов с целью прогнозирования;
- Снижение числа ложных показателей из-за «человеческого фактора»;
- Информирование об изменении показателей приборов
- Предупреждение аварийных ситуаций;
- Удобное и гибкое ПО.
- Возможность интеграции с внешними информационными системами (в частности, АСУ ТП).



БО-ЭНЕРГО
СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА

energo@bo-energo.ru

www.bo-energo.ru