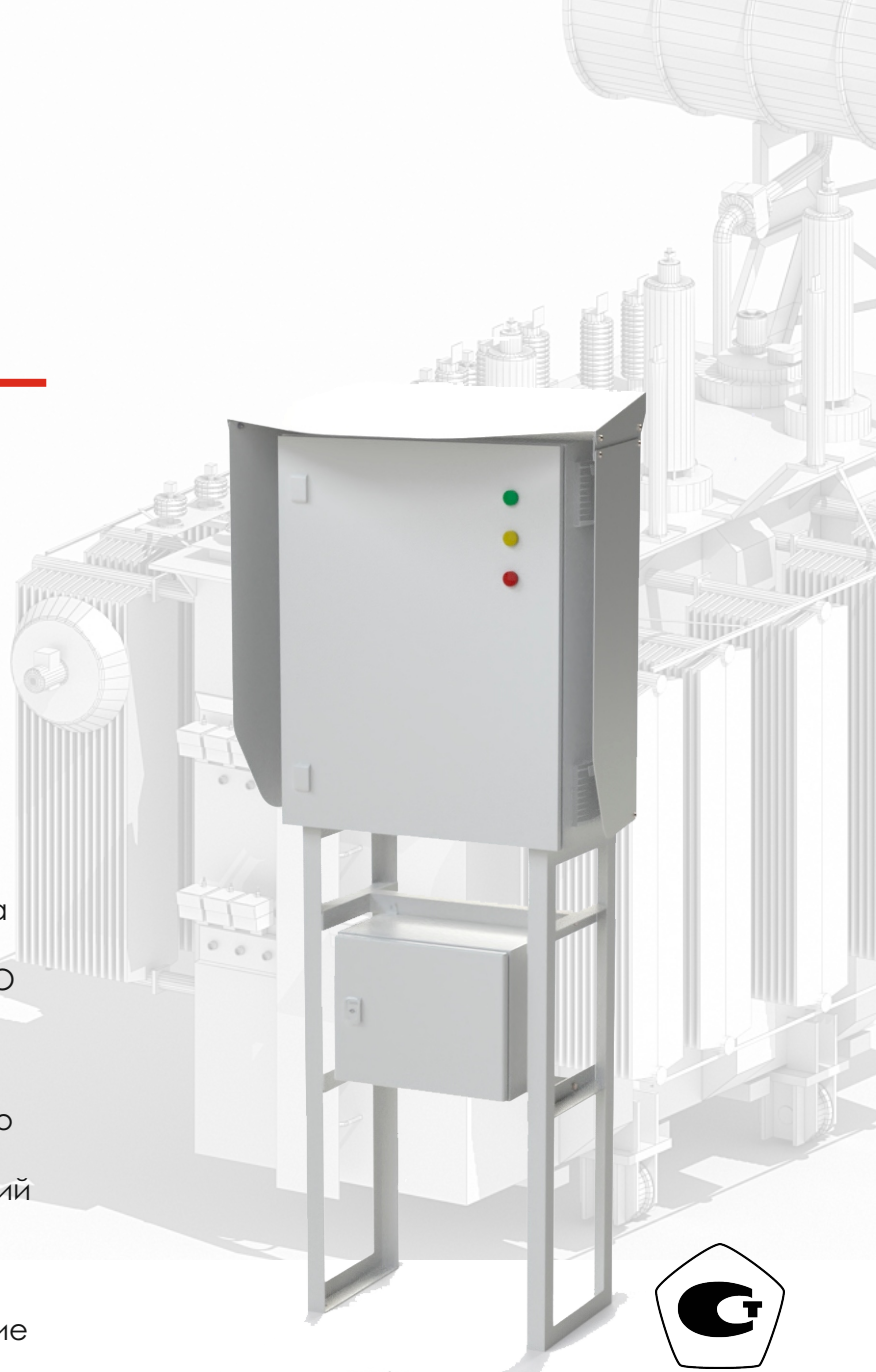


# ЛАЗЕР

## Инновационное решение для мониторинга растворенных газов в масле

- Метод лазерной спектроскопии обеспечивает высокую точность измерений.
- Низкая чувствительность к летучим органическим соединениям (отсутствует влияние углеводородных газов на точность измерений).
- Дополнительный контроль кислорода O<sub>2</sub> и азота N<sub>2</sub> с целью контроля герметичности бака (требования СТО 56947007-29.180.010.007-2008).
- Прибор обладает встроенными возможностями самокалибровки, что позволяет быть уверенными в достоверности результатов измерений на протяжении всего срока эксплуатации.
- Не используется газ-носитель и прочие расходные материалы.



**Включено в реестр СИ РФ под номером 93362-24**

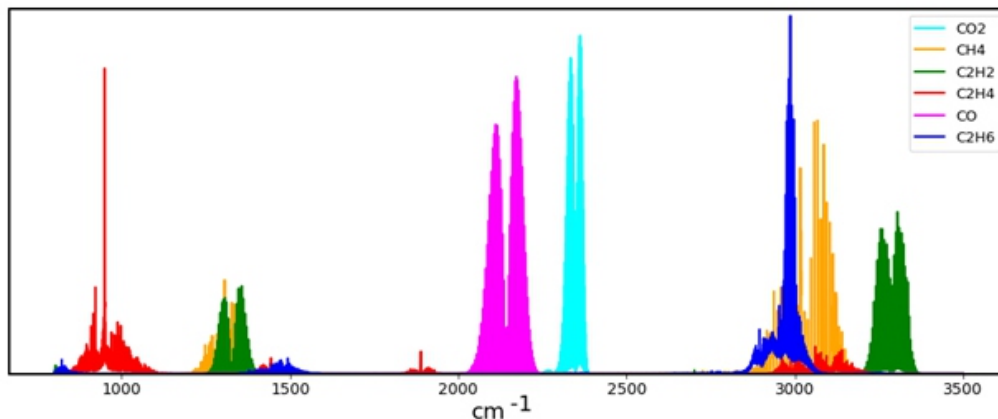
**Лазер** - анализатор нового поколения, использующий собственную технологию измерения концентраций диагностических газов, растворенных в трансформаторном масле H<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, CO, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> и влагосодержания (опционально).

### **Основная задача:**

Селективное измерение концентраций 5, 7 или 9 газов на основе инфракрасной спектроскопии поглощения для определения характера развивающихся дефектов маслонаполненных трансформаторов и шунтирующих реакторов.

## ИНФРАКРАСНАЯ (ИК) МОЛЕКУЛЯРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ

Молекулы могут находиться в разных состояниях: они могут растягиваться вдоль своих связей, колебаться и вращаться вокруг одной из своих осей. Подобно растягивающейся пружине, эти возбуждения накапливают энергию. Энергия многих из этих колебаний соответствует длинам волн ИК диапазона. Эти длины волн ИК-излучения характерны для конкретной молекулы, поэтому мы можем использовать их как «отпечатки пальцев» для идентификации молекул.

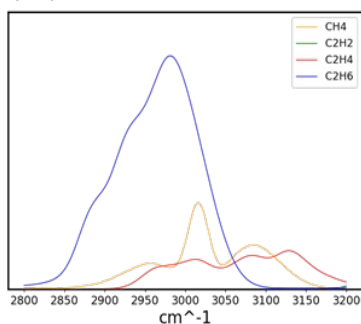


ИК-спектры поглощения для нескольких типов молекул

## РАСПРОСТРАНЕННЫЕ МЕТОДЫ

В трансформаторном масле кроме диагностических газов растворено множество веществ, таких как пропин, пропан, бутан, этанол, метанол и др. Для достоверности измерений необходимо использовать метод измерения нечувствительный к широкому кругу веществ. Однако не все распространённые методы измерений растворенных газов в трансформаторном масле способны обеспечить необходимую селективность.

Распространенные методы ИК спектроскопии, такие как фотоакустика и NDIR, основаны на применении оптических фильтров. Оптические фильтры выбираются таким образом, чтобы из всех длин волн, излучаемых источником света, оставались только те волны, которые соответствуют спектру искомого газа. Однако этого недостаточно для отделения полезных для диагностики газов от широкого круга веществ, растворенных в трансформаторном масле, из-за возникающего перекрестного эффекта.



### Пример спектра поглощения типичный для фотоакустики и NDIR:

- Нет тонкой структуры спектров.
- Диагностические газы трудноразличимы.
- Вклад от летучих органических соединений (ЛОС) не различим от влияния других ЛОС.

**ПРИМЕР 1:** Углеводороды из-за наличия С-Н связей обладают очень похожими, сильно перекрывающимися спектрами поглощения, а полосы пропускания оптических фильтров на 2-3 порядка больше характерных ширин линий поглощения.

### Недостатки использования методов ИК спектроскопии и фотоакустики:

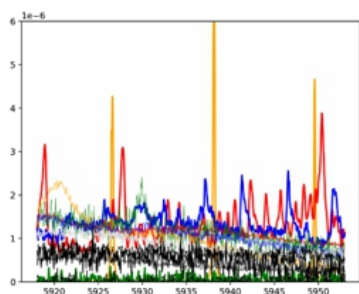
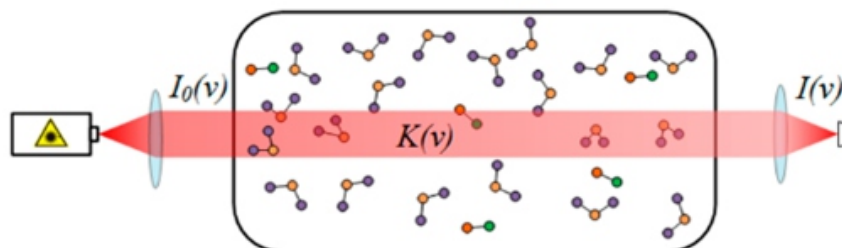
- Диагностические газы трудноразличимы.
- Чувствительность к ЛОС.

**Вывод:** данный и подобные методы не способны отделить влияние диагностических углеводородов от более тяжелых углеводородов С3 и С4, также растворенных в масле трансформатора.

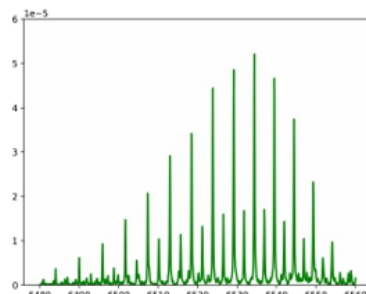
## ЛАЗЕРНАЯ СПЕКТРОСКОПИЯ TDLAS

Применяемая в нашем оборудовании технология лазерной спектроскопии основана на использовании монохроматических источников – лазеров. Ширина линии излучения лазера значительно меньше характерных ширин линий поглощения.

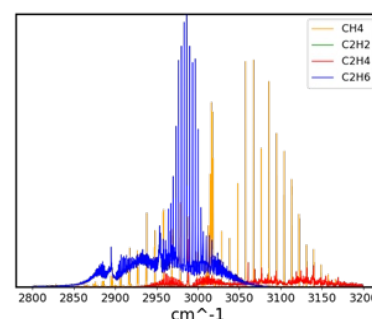
Рассматривая пример 1, стоит сделать вывод: **поскольку ширина линии лазера намного меньше ширины линии поглощения, лазер позволяет измерять отдельные линии поглощения и отделить влияние диагностических углеводородов от углеводородов C3, C4.**



Скопление данных – такими видят данные другие анализаторы



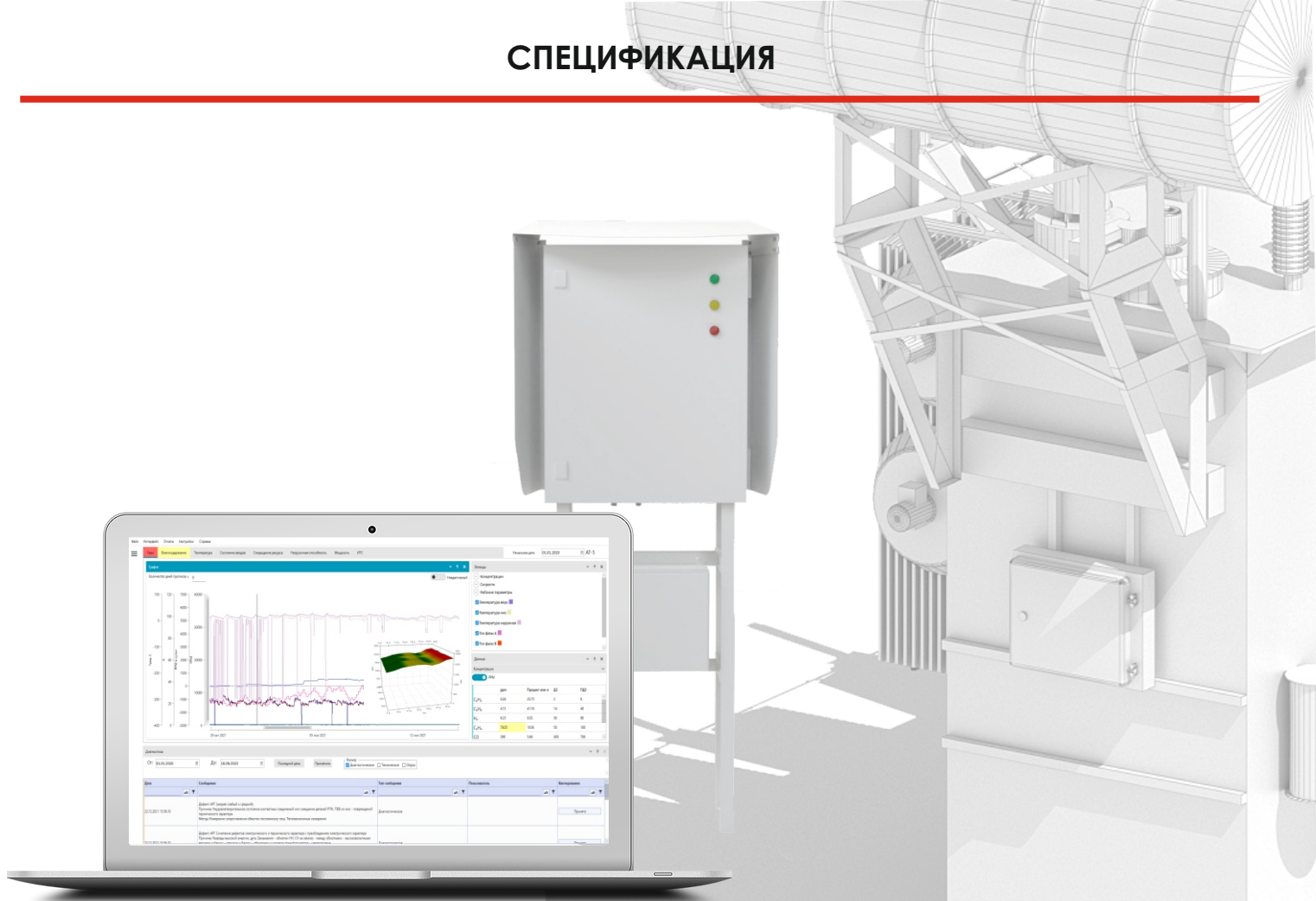
Спектроскопия высокого разрешения позволяет измерять конкретные данные без «шума»



Пример спектра поглощения в одном из каналов «Лазер»

## Ключевые особенности TDLAS

- Никакой перекрестной чувствительности. Узкополосный перестраиваемый лазерный источник обеспечивает высочайшую селективность в отношении измеряемого газа. При выборе линий поглощения другие газы не влияют на измерение.
- Высокая чувствительность. Специально разработанная многопроходная ячейка на большие расстояния обеспечивает чувствительность на уровнях ppm и ниже ppm.
- Самокалибровка. Диапазон настройки лазера с годами может немного ухудшиться. Наша система TDLAS самокалибрована с использованием встроенного опорного канала, работающего как блокировщик длины волны.
- Работа без расходных материалов. Никакого калибровочного газа, газа-носителя или химических веществ.
- Низкая стоимость владения.



Встроенное программное обеспечение газоанализатора разработано для управления его работой: управление работой модуля экстракции, управление работой лазеров, термостабилизацией лазерного модуля, измерительной ячейки, модуля экстракции и климатической системы электромонтажного шкафа, обработкой сигнала фотодиода, настройкой параметров и хранения результатов измерений.

ПО обеспечивает возможность тестирования и самодиагностики, а также возможность параметризации и конфигурации в режиме работы оборудования.

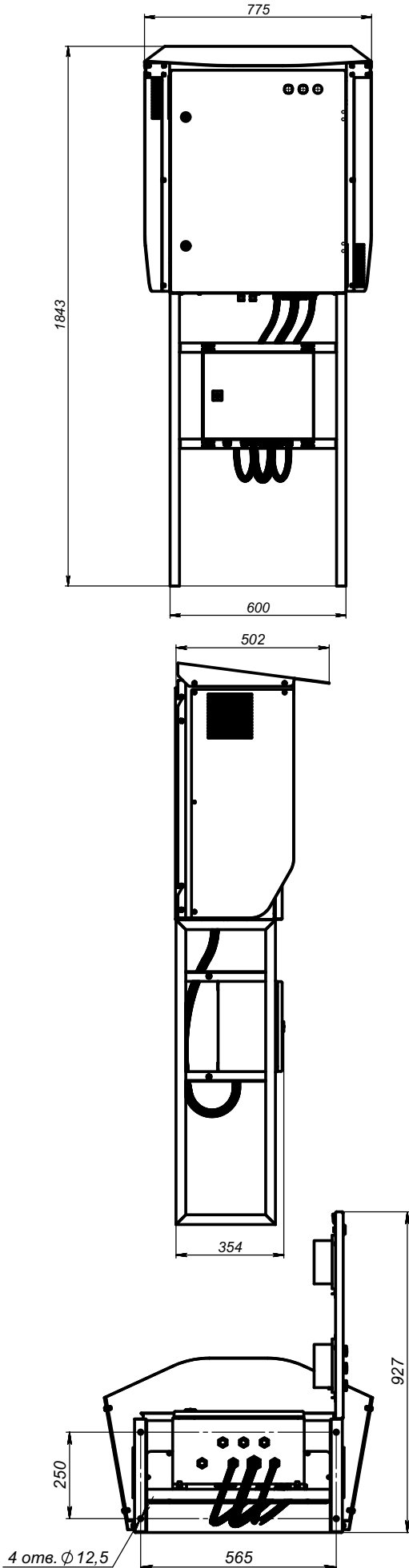
## Возможности по измерениям

Газ	Диапазон	Погрешность, %	Повторяемость
CH <sub>4</sub>	1-5000 ppm	2-5%	5% или 0.5 ppm
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	1-5000 ppm	2-5%	5% или 0.5 ppm
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	1-5000 ppm	2-5%	5% или 0.5 ppm
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	0.5-5000 ppm	2-5%	5% или 0.25 ppm
CO	20-5000 ppm	2-5%	5% или 10 ppm
CO <sub>2</sub>	20-5000 ppm	2-5%	5% или 10 ppm
H <sub>2</sub>	20-5000 ppm	2-5%	5% или 10 ppm
N <sub>2</sub>	300 – 50000 ppm	±10%	
ОГС	2000 – 100000 ppm	±10%	
Содержание влаги в масле	0-100000 ppm	± (0,0015+1,5% mv)aw	

\*абсолютное значение



# СПЕЦИФИКАЦИЯ



Газоанализатор ЛАЗЕР состоит из двух герметичных шкафов, установленных друг над другом на общей монтажной стойке:

- шкафа электропитания
- шкафа газоанализатора.

## Технические характеристики

Габаритный размер ВхШхГ, мм	1843x775x600 (со стойкой)
Материал корпуса	Углеродистая сталь, порошковое покрытие
Вес, кг	
шкаф основного оборудования	75
шкаф питания	15
стойка	13
климатический козырек	12
Индикация	3 шт. (трехцветная)
Рабочее напряжение переменного тока, В	~ 220 (±10%)
Частота переменного тока, Гц	50
Цикл измерения	1-2
Время с момента включения до выхода на заявляемую относительную погрешность, ч	24

## Передача данных

Присоединения	10 мм обжимное соединение. Нержавеющая сталь
Цифровые выходы	Ethernet RJ45 10BaseT/100BaseFX, Rs485
Протокол передачи данных	Modbus RTU через RS485, Modbus TCP/IP через Ethernet, IEC 61850 через Ethernet (опция), HTTP, HTTPS через Ethernet,
Релейные выходы	3 изолированных выхода, максимально коммутируемые токи (6A, 250VAC), (2A, 24VDC), (0.2A, 250 VDC)
Измерительные входы 4...20 мА	3 входа

## Рабочая среда

Температура окружающего воздуха, °С	-40...+40 или -60...+55 (опция)
Относительная влажность, при 25°С, %	98
Атмосферное давление, кПа	84 - 106,5
Степень защиты по ГОСТ 14254-2015	IP 55
Климатическое исполнение по ГОСТ 15150	УХЛ1
Срок службы	более 15 лет

# СПЕЦИФИКАЦИЯ

## Базовая комплектация

- Газоанализатор стационарный Лазер IP55 (шкаф основного оборудования, шкаф питания, стойка)
- Датчик влагосодержания в масле
- Монтажный комплект
- Эксплуатационная документация

Контролируемые газы	<b>Лазер V1:</b> H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , CO, CO <sub>2</sub> <b>Лазер V2:</b> H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , CO, CO <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> <b>Лазер V3:</b> H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> <b>Лазер V4:</b> H <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> , C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> , O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>
Гарантия	12 месяцев
Протокол передачи данных	Modbus RTU
IP	IP 55
Условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °C - влажность, %	от -40 до +40 98
Максимальная длина маслопровода от монитора до контролируемого трансформаторного оборудования	- длина линии отбора масла – не более 15 м; - длина маслопровода – не более 10 м.

## Прибор Лазер имеет несколько спецификаций

	ЛАЗЕР V1	ЛАЗЕР V2	ЛАЗЕР V3	ЛАЗЕР V4
H <sub>2</sub>	✓	✓	✓	✓
CH <sub>4</sub>	✓	✓	✓	✓
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	✓	✓	✓	✓
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	✓	✓	✓	✓
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	✓	✓	✓	✓
CO	✓	✓	✗	✗
CO <sub>2</sub>	✓	✓	✗	✗
O <sub>2</sub>	✗	✓	✗	✓
N <sub>2</sub>	✗	✓	✗	✓
ОГС	✓	✓	✓	✓
Влагосодержание	✓	✓	✓	✓

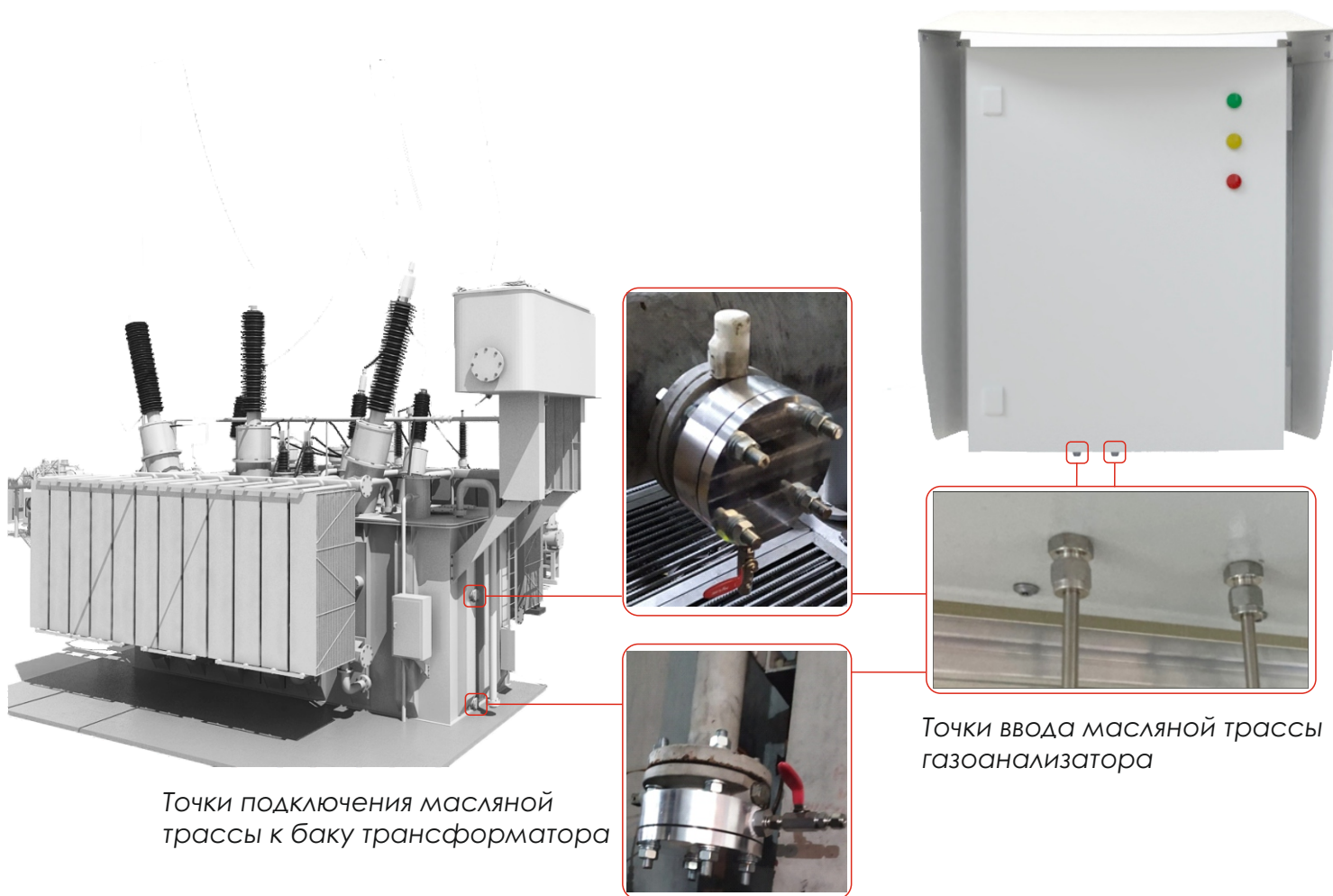
## УСТАНОВКА

**ЛАЗЕР** - представляет собой газоанализатор проточного типа и должен подключаться к баку трансформаторного оборудования в двух точках к существующим фланцам в местах с естественной циркуляцией масла при помощи фланцевых переходников.

Газоанализатор устанавливается как можно ближе к трансформаторному оборудованию, чтобы свести к минимуму длину участков труб и необходимость использования соединительных муфт.

Монтаж прибора осуществляется на монтажную стойку на необходимом расстоянии по масляной трассе. Максимальная длина масляной трассы от устройства контроля до трансформаторного оборудования должна быть не более 10 м.

Устройство контроля газо-влажностного содержания должно подключаться к баку трансформаторного оборудования в двух точках к существующим фланцам в местах с хорошей циркуляцией масла при помощи фланцевых переходников.





## ПРИМЕР УСТАНОВКИ



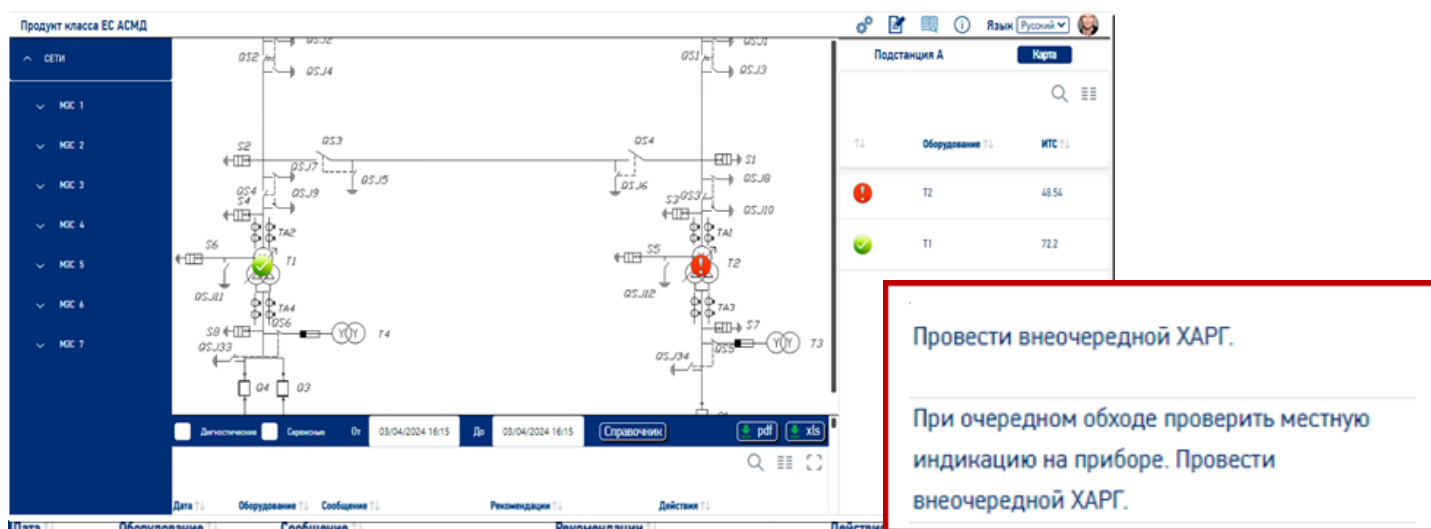




## Современная интеллектуальная система АСМД «Звезда» — это система поддержки принятия решений.

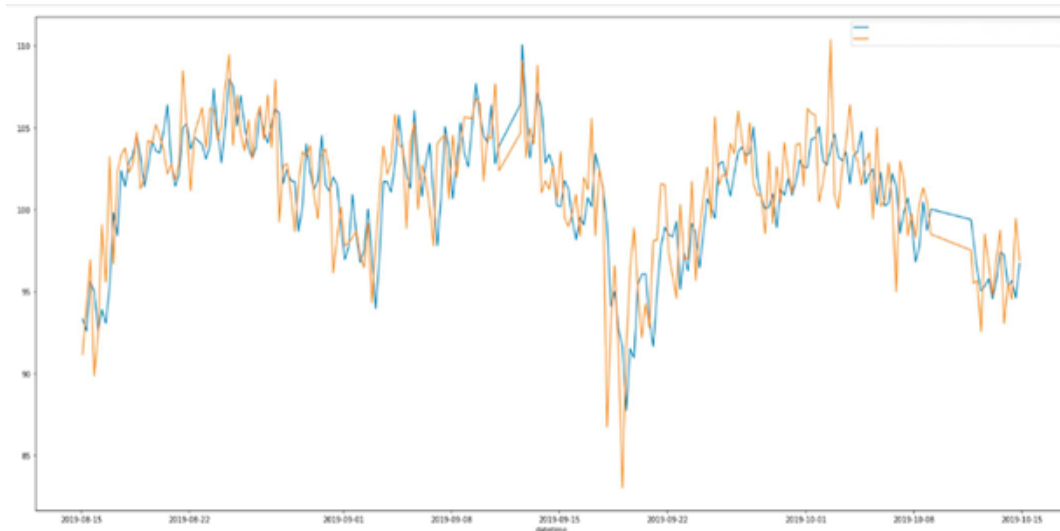
Благодаря продвинутым моделям расчета АСМД не только обеспечивает оценку текущего состояния трансформатора, но также выдает управляющие сигналы и рекомендации персоналу по действиям, которые необходимо предпринять персоналу, например, необходимость изменения режима работы трансформатора, техническое обслуживание или ремонт.

Система интеллектуальной диагностики в конечном итоге выдает интегральную оценку состояния каждого контролируемого трансформатора, диагноз и рекомендации персоналу по необходимому изменению режима его работы или необходимому сейчас или в будущем техническому обслуживанию или ремонте.



АСМД «Звезда» позволяет прогнозировать значение каждого диагностируемого газа с формированием оценки типа развивающегося дефекта.

Разработанный подход построения модели прогнозирования результатов АРГ имеет хорошую точность. По результатам сравнения прогнозных значений и фактических измеренных их разница составляет от 3,2 до 5,4% по данным поточечного сравнения.





---

## **КОНТАКТЫ**

**ООО «БО-ЭНЕРГО.АСТС»**

[www.bo-energo.ru](http://www.bo-energo.ru)

[energo@bo-energo.ru](mailto:energo@bo-energo.ru)

+7 (495) 739-42-50