

Сделано в России 

# Система расширенного вибромониторинга ТИК-РВМ







## Система ТИК-РВМ на основе контроллеров ТИК-PLC

Система ТИК-РВМ на основе контроллеров ТИК-PLC предназначена для **непрерывного измерения, отображения, контроля, хранения и анализа вибрационных и технических параметров**, механического состояния технологических и производственных объектов. Область применения – центробежные насосные агрегаты, паровые и газовые турбины, турбокомпрессоры, электрические генераторы и другое **динамическое оборудование**.

На российских предприятиях доля импортного оборудования (в частности, Bently Nevada) среди систем защиты и технической диагностики динамического оборудования составляет **более 50%**. До недавнего времени многие проектные решения были ориентированы на импортное оборудование, но, ввиду санкционной политики, комплектующие данных систем стали недоступны. В связи с этим, ряд предприятий химической и нефтяной отраслей провели анализ рынка отечественных систем вибродиагностики. В том числе были проведены аудиты научно-производственного предприятия «ТИК» – проверены производственная база, кадровый состав и компетенции специалистов; особое внимание было уделено аппаратной и программной части системы ТИК-РВМ.

По результатам аудитов система ТИК-РВМ рекомендована для применения на ответственном оборудовании вместо систем Bently Nevada. С 2020 года НПП «ТИК» активно ведет работы по замене импортных систем вибродиагностики «под ключ» на предприятиях нефтяной и химической промышленности.

### Основные особенности системы ТИК-РВМ

#### Модульность

Система является модульной и масштабируемой, конфигурируется как по функциям, так и по типам и количеству измерительных каналов

#### Уровень первичных преобразователей (ПП)

На нижнем уровне используются любые датчики с унифицированными типами выходного сигнала, а также преобразователи виброускорения, виброскорости и перемещения серий DVA, ИКВ, ТИК-DSA

#### Горячая замена

Замена модулей без выключения системы

#### Интеграция

ТИК-РВМ может быть объединена с другими системами со стандартными интерфейсами связи

#### Программное обеспечение

ПО «ТИК-Эксперт» в составе ТИК-РВМ накапливает и анализирует данные с аппаратной части системы.

Включает в себя широкий набор функций, несколько методик диагностики и развитую систему отчетов

#### Уровень логических контроллеров

В качестве базового элемента используются контроллеры ТИК-PLC - это высокопроизводительные контроллеры с большим количеством интерфейсов, выполняющие функции опроса датчиков и выдачи управляющих сигналов во внешние системы



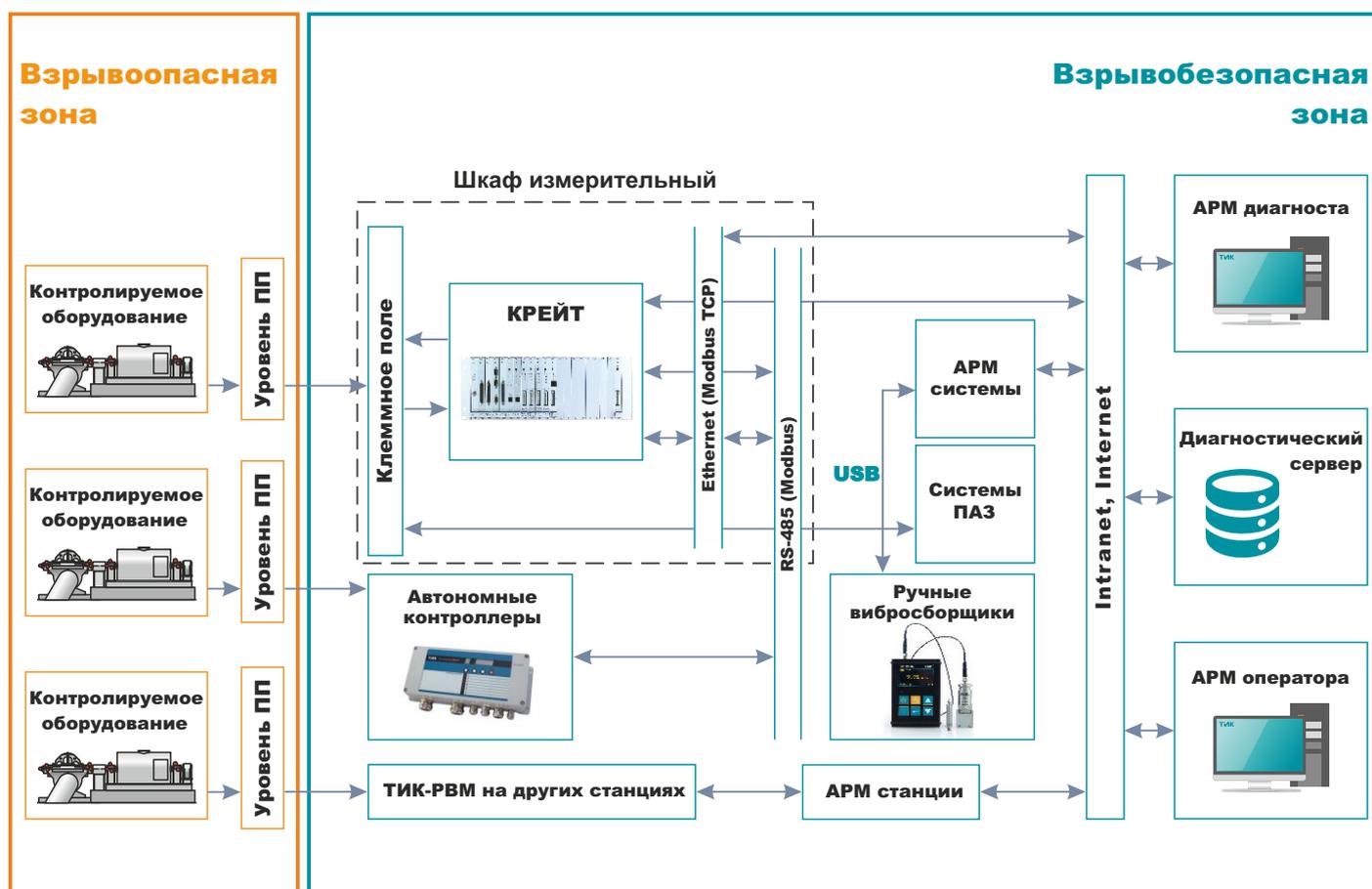
## Система ТИК-РВМ на основе контроллеров ТИК-PLC

### Возможности системы ТИК-РВМ

В зависимости от конфигурации система может осуществлять:

- автоматическое измерение и контроль параметров вибрации промышленного оборудования;
- расчет спектральных характеристик сигнала;
- формирование полученной информации в табличной и графической форме, удобной для пользователя;
- хранение полученной информации в энергонезависимой памяти;
- выдачу сигналов в АСУ ТП для реализации функций технологических защит и блокировок при работе системы в составе АСУ ТП или на исполнительные реле при автономной работе системы;
- оперативный автоматический сбор данных для реализации концепции технического обслуживания механического оборудования по техническому состоянию;
- диагностику оборудования в промышленных условиях с автоматическим определением более 40 видов дефектов;
- самоконтроль, обеспечивающий тестирование исправности измерительных каналов, интерфейсных каналов без демонтажа составных частей системы;
- информирование оперативного и технического персонала о текущем состоянии объекта автоматически;
- гибкую настройку параметров системы и измерительных каналов.

### Общая структурная схема системы ТИК-РВМ





## Система ТИК-РВМ на основе контроллеров ТИК-PLC

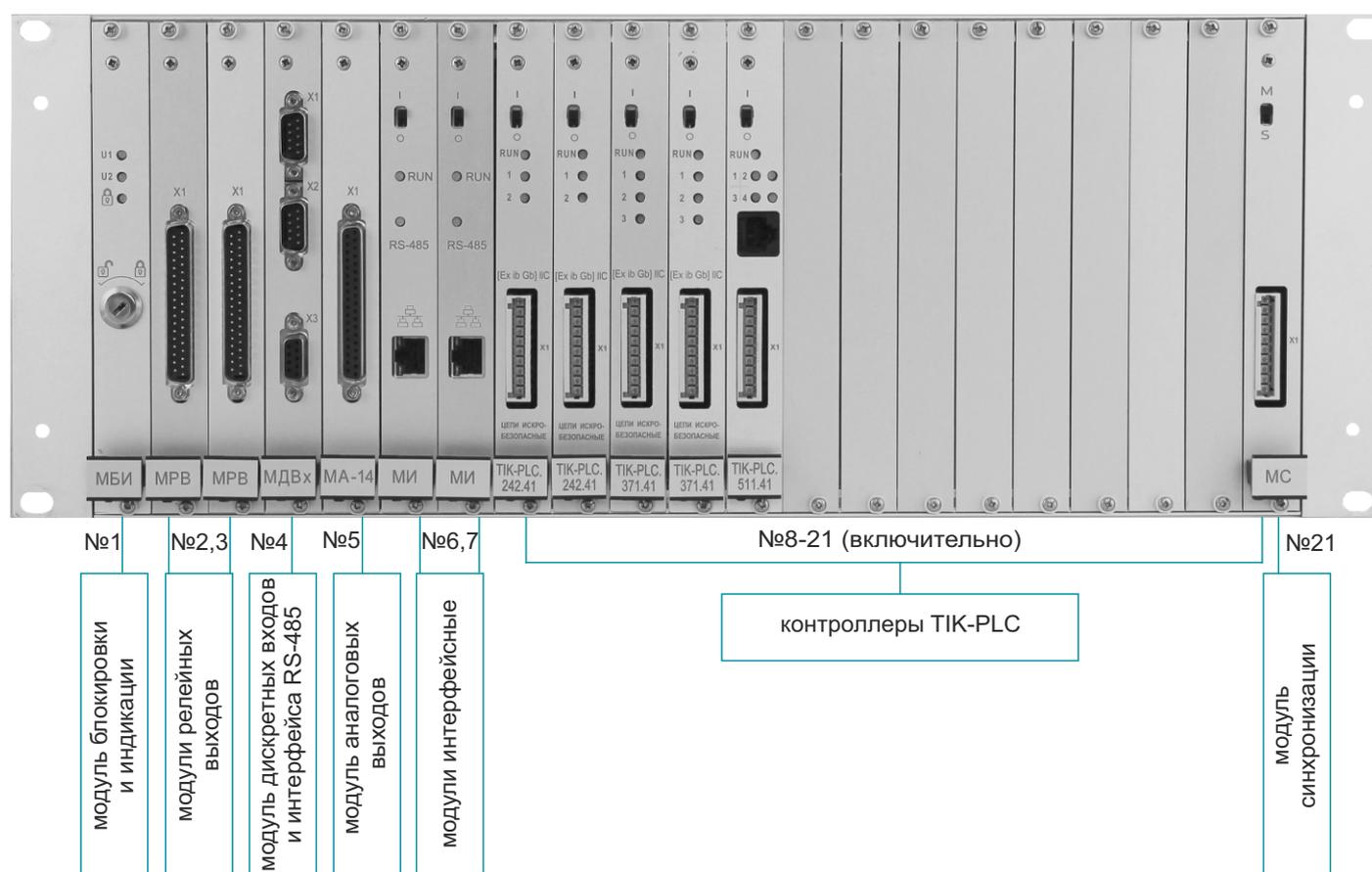
### Описание

Система **ТИК-РВМ**, построенная на основе контроллеров **ТИК-PLC** имеет ряд преимуществ, одно из них – модульность. Модули устанавливаются в специальный каркас – **крейт**.

Принцип работы ТИК-РВМ в крейте основан на том, что каждый модуль выполняет **определенные функции** системы. Основными функциями контроллера являются **получение и обработка сигналов** поступающих от первичных преобразователей, а также выдачи данных **Модулю интерфейсному** (далее - МИ).

МИ осуществляет выдачу управляющих сигналов на **Модуль релейных выходов** (далее - МРВ) в соответствии с заложенной конфигурацией. Также МИ осуществляет обработку дискретных входов и обмен данными по цифровым интерфейсам связи средствами **Модуля дискретных входов и интерфейса RS-485** (далее - МДВх).

### Общий вид крейта



### Состав крейта



#### Модуль блокировки и индикации (МБИ)

Обеспечивает индикацию наличия и корректного уровня питания крейта по каждому из источников, а также индикацию и блокировку релейных выходов.

На лицевой панели модуля расположены:

- светодиодные индикаторы состояния питания источников питания U1 и U2;
- светодиодный индикатор включения блокировки релейных выходов;
- ключ включения/выключения блокировки релейных выходов.

## Система ТИК-РВМ на основе контроллеров ТИК-PLC



### Модуль релейных выходов (MPB)

Содержит 12 сдвоенных **релейных каналов** (для обеспечения надежности выдачи сигналов каждый канал включает два выходных реле) с нормально открытыми (НО) и нормально закрытыми (НЗ) группами контактов. Модуль обеспечивает организацию защит, в том числе с применением логических операций «И», «ИЛИ» и других, а также позволяет организовать защиты по различным алгоритмам, например, 2 из 3.

На лицевой панели модуля находится 37-ми контактный разъем DB-37M для подключения внешних цепей.

Для расширения количества релейных каналов до **24-х** в корзину крейта устанавливается **второй MPB**.



### Модуль дискретных входов и интерфейса RS-485 (МДВх)

Предназначен для приема **внешних дискретных сигналов** и подключения **внешнего цифрового интерфейса RS-485** (протокол обмена Modbus RTU). Содержит **энергонезависимый генератор системного времени**.

На лицевой панели модуля расположены разъемы X1, X2, X3 для подключения внешних цепей. Для подключения дискретных входов используется вилка DB-9M, для подключения интерфейса RS-485 используется розетка DB-9F.



### Модуль аналогового выхода (МА-14)

Предназначен для **передачи внешним системам автоматике и регистрации** любых величин, измеряемых контроллерами ТИК-PLC, например:

- мгновенное значение виброускорения;
- среднеквадратичное значение (СКЗ) виброскорости (4-20 мА);
- осевое смещение;
- значение температуры;
- сигнал от датчиков с выходом 4-20 мА и т.д.

На лицевой панели модуля расположен разъем DB-37F для подключения внешних цепей.



### Модуль интерфейсный (МИ)

Осуществляет следующие функции:

- сбор и хранение данных измерений (СКЗ виброскорости, мгновенных значений виброускорения, осевого смещения, входного тока, температуры), производимых контроллерами ТИК-PLC;
- обработку дискретных входов;
- управление релейными выходами;
- хранение в энергонезависимой памяти настроек, необходимых для функционирования крейта;
- обмен данными по цифровым интерфейсам связи (Ethernet и RS-485).

На лицевой панели модуля расположены:

- тумблер для включения/выключения;
- светодиодные индикаторы RUN и RS-485;
- разъем для подключения к сети Ethernet.

Для обеспечения **резервирования** в крейт устанавливается второй МИ, в этом случае возможно производить «горячую» замену модуля без сбоев в работе системы.

## Система ТИК-РВМ на основе контроллеров ТИК-PLC



### Контроллеры ТИК-PLC.241.41 / ТИК-PLC.242.41

**ТИК-PLC.241.41** содержит один двухпроводный канал **по напряжению** и **по току** для подключения датчиков с **выходом IЕPE** и **4-20 (0-20) мА** соответственно.

**ТИК-PLC.242.41** содержит два канала для подключения двухпроводных датчиков **по напряжению** с выходом IЕPE.

Оба контроллера выполняют функцию **барьера искрозащиты** и **источника питания** датчиков.

В контроллерах реализована функция выдачи сигналов превышения предупредительных и аварийных уровней, а также маскирование каналов по разграничению допуска персонала.

На передней панели контроллеров расположены:

- тумблер SW для включения/выключения;
- светодиодные индикаторы RUN (индикация работы), 1, 2 (индикация состояния входных измерительных каналов);
- разъем X1 для подключения внешних искробезопасных цепей.

Количество контроллеров ТИК-PLC определяется необходимым числом измерительных каналов в системе (максимальное количество контроллеров в одной корзине - 13 шт.).



### Контроллер ТИК-PLC.371.41

Содержит один двухпроводный канал **по напряжению** для подключения датчиков с выходом IЕPE, один канал **4-20 (0-20) мА**, и один канал для подключения **термопреобразователя сопротивления**.

Контроллер выполняет функцию **барьера искрозащиты** и **источника питания** датчиков.

На передней панели контроллера расположены:

- тумблер SW для включения/выключения;
- светодиодные индикаторы RUN (индикация работы), 1, 2, 3 (индикация состояния входных измерительных каналов);
- разъем X1 для подключения внешних искробезопасных цепей.



### Контроллер ТИК-PLC.511.41

Содержит четыре входа для подключения датчиков с выходом **по напряжению** (в том числе с «отрицательной полярностью»).

На передней панели контроллера расположены:

- тумблер SW для включения/выключения;
- светодиодные индикаторы RUN (индикация работы), 1, 2, 3, 4 (индикация состояния входных измерительных каналов);
- разъем для получения буферных сигналов;
- разъем X1 для подключения внешних цепей.



### Модуль синхронизации (МС)

Устанавливается вместо одного из контроллеров ТИК-PLC и служит для обеспечения **синхронного сбора выборок** с нескольких корзин.

Таким образом осуществляется **масштабирование** системы.

На передней панели модуля расположены:

- тумблер «М-S» (ведущий и ведомый соответственно);
- разъем X1 для подключения внешних цепей.

## Верхний уровень, программное обеспечение

На верхнем уровне системы находится промышленная рабочая станция (АРМ оператора) с установленным **SCADA**-пакетом и, при необходимости, специализированная экспертная программа (модуль **ТИК-Эксперт**), используемая для осуществления вибродиагностического анализа динамического оборудования.

Для обеспечения гибкости и расширяемости, программное обеспечение системы ТИК-RVM также построено по **модульному** принципу.

Обновление и добавления модулей, расширяющих функционал системы, не приводит к переконфигурированию всего комплекса.

**Основными модулями системы с функцией вибродиагностики являются:**

- конфигуратор системы;
- сервер авторизации;
- сервер правил;
- сервер ввода-вывода (OPC, Modbus TCP, Modbus RTU);
- центр обработки данных;
- модуль взаимодействия с пользователями системы (АРМ Оператора);
- модуль формирования и печати отчетов;
- OPC UA сервер;

## Роль СУБД в программном обеспечении

**СУБД** в системе ТИК-RVM занимает центральное место и осуществляет функции хранения конфигурации системы, диагностической информации, исторических данных и иной, необходимой для работы системы, информации. Все пользователи системы подключаются к единой СУБД (SQL), чем обеспечивается целостность данных и легкость наращивания дополнительных рабочих мест.

Восстановление БД в случае аварии оборудования, обеспечивается восстановлением из резервных копий создание которых происходит как по расписанию, так и по требованию. Также, используется механизм транзакции, не допускающий нарушения целостности данных при обрывах связи с БД или других действиях, позволяющих привести к повреждению или потере данных.

## Основные элементы системы:

- общая мнемосхема системы;
- мнемосхема агрегата;
- мнемосхема КИПиА;
- отчеты;
- просмотр выборок;
- тренды;
- журнал событий;
- гистограммы;
- *ТИК-Эксперт (опционально).*

## Общая мнемосхема системы

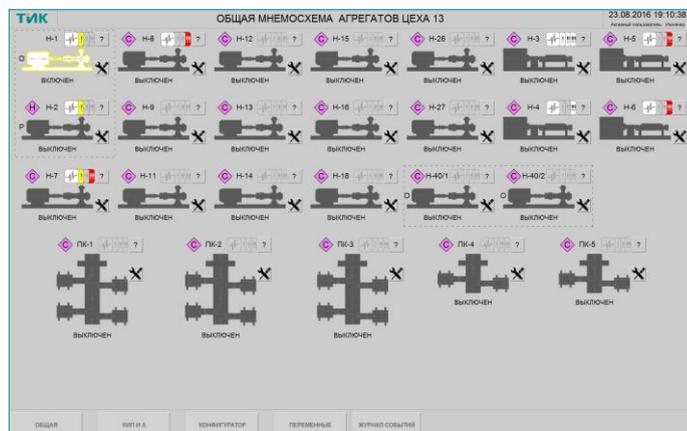
На главной мнемосхеме отображено текущее состояние всех агрегатов цеха.

При возникновении предупредительных или аварийных событий на схеме появляется индикация, которая имеет несколько степеней приоритета в зависимости от характера неисправностей.

При появлении цветовой индикации на общей мнемосхеме возможен вызов окна с перечнем выявленных дефектов. Также в этом окне указаны дальнейшие рекомендации для устранения выявленных дефектов.

Также программное обеспечение имеет **блок принятия решения**, выдающий диагностические сообщения на основной экран на основе:

- состояния диагностических признаков;
- трендов диагностических признаков;
- спектров диагностических признаков.



Перечень выявленных дефектов

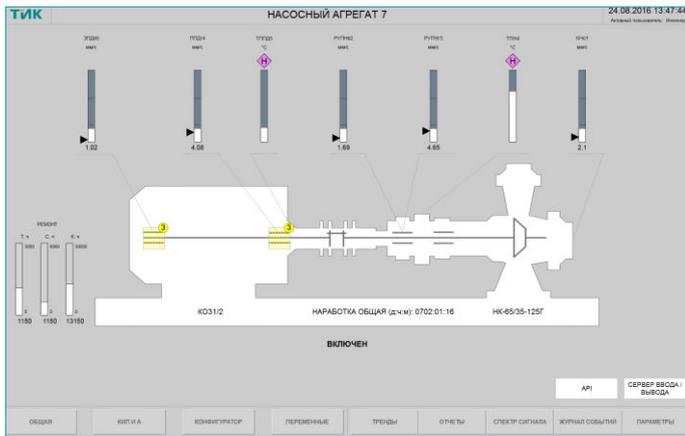
Приоритет: Все | Состояние: Выбрать

НАСОСНЫЙ АГРЕГАТ 7

Сигнал тревоги	Категорирование	Состояние	Имя	Детали	
Задний подшипник ЗПД	Категорировать	Низкий	Дефект внутренней обмотки (ЗПД)	ППД:	Проверка
Исправлен	Категорировать	Низкий	Дефект теп. качения (ЗПД)	ППД:	Проверка
Исправлен	Категорировать	Низкий	Дефект внешней обмотки (ЗПД)	ППД:	Проверка
Насос Н	Категорировать	Высокий	Гидроудар	ППН:	Техослужба
Исправлен	Категорировать	Высокий	Прохват	ППН:	Неисп.

## Мнемосхема агрегата

В нижней части мнемосхемы располагаются кнопки навигации. На мнемосхеме можно посмотреть текущее состояние узлов агрегата, значения измеренных параметров (вибрация, температура, давление и др.), общую наработку. На мнемосхеме отображены дата и время включения/отключения агрегата и индикаторы наработки, которые позволяют визуально определить сколько времени осталось до текущего, среднего и капитального ремонта.

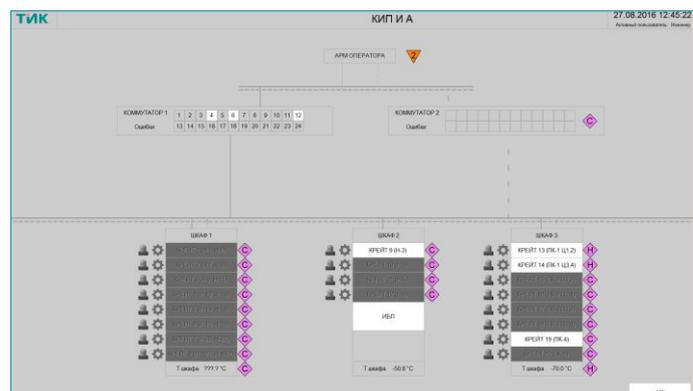


При нажатии на значение «Наработка общая» открывается окно наработки по всем узлам. Также дефектные узлы подкрашиваются иконками с различной цветовой градацией в зависимости от характера дефекта.

Наименование	Наработка	Время в работе	Время включения	Время выключения
Агрегат Н-1	013.02.41	005.05.51	29.04.2016 08:57:21	28.04.2016 19:40:16
Двигатель	006.02.04	000.00.00	29.04.2016 08:57:27	28.04.2016 19:40:23
Задний подшипник	005.22.17			
Передний подшипник	005.22.17			
Муфта	000.03.54			
Насос	006.06.09	005.05.51	29.04.2016 08:57:21	28.04.2016 19:40:16
Рабочее колесо	006.00.51			
Радиально упорный подшипник 1	005.22.16			
Радиально упорный подшипник 2	005.22.15			
Радиальный подшипник	005.22.16			

## Мнемосхема КИПиА

Данная мнемосхема отображает служебные параметры системы.



## Отчеты

Программный пакет имеет возможность выводить информацию о состоянии выбранного объекта, его трендов, спектров, протоколов технического состояния, как для всего оборудования установки, так и по агрегатам, находящимся в определенном состоянии.

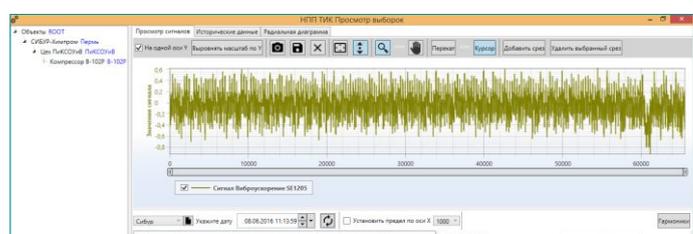
№	Позиция	Состояние по НТД	Заключение		Дата пуска / останова	Основной Дефект / Рекомендации
			Экспертный блок	Общая наработка, часов		
1	Агрегат Н-2 Н-2	Зона А	-	00.00.00.05	08.02.16 / -	
1.1	Насос Н2	Зона А	-	00.01.24.03	06.02.16 / 06.02.16	
	Задний подшипник ЗПН	Зона А	Средневыраженный дефект	00.00.07.27	07.02.16 / 07.02.16	Дефект внешней обмотки ЗПН(Г) / Провести ревизию, при необходимости ремонт подшипникового узла / Дефект тела качения ЗПН(Б) / Провести ревизию, при необходимости ремонт подшипникового узла
	Передний подшипник ППН	Зона А	Слабовыраженный дефект	00.00.07.27	07.02.16 / 07.02.16	Дефект внутренней обмотки ППН(В) / Провести ревизию, при необходимости ремонт подшипникового узла

### Перечень отчетов системы:

- отчет о состоянии динамического оборудования;
- отчет о виброконтроле оборудования;
- метрологический отчет;
- статистический отчет;
- отчет по наработке подшипниковых узлов ;
- отчет SCADA пакета.

## Просмотр выборок

Модуль «Просмотр выборок» предназначен для математической обработки и графического анализа сигналов с различных датчиков, а также для диагностики дефектов динамического оборудования.

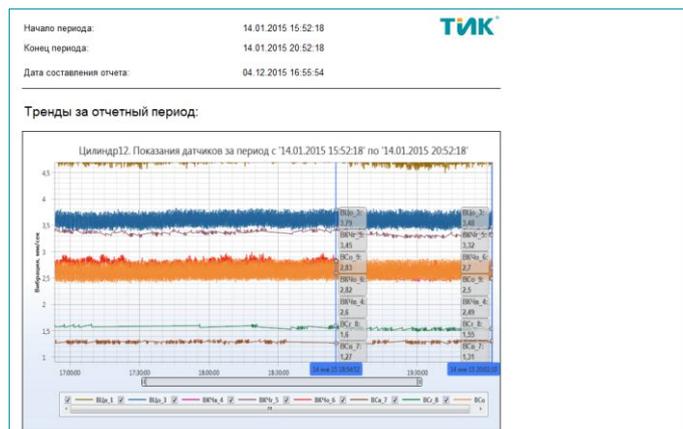
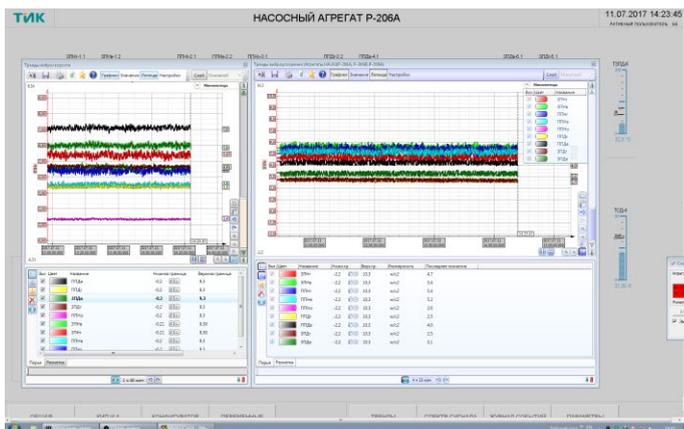


## Тренды

При нажатии на кнопку «Тренды» появляется всплывающее окно для выбора интересующих трендов: тренды виброускорения, тренды виброскорости, тренды виброперемещения, тренды температуры и архивные тренды.

Тренды отображают изменение измеряемого параметра во времени.

Данный раздел содержит подменю «сформировать отчет», которое отображает показания датчиков выбранных параметров за указанный период, а также максимальное и среднее значение по каждому из этих параметров.



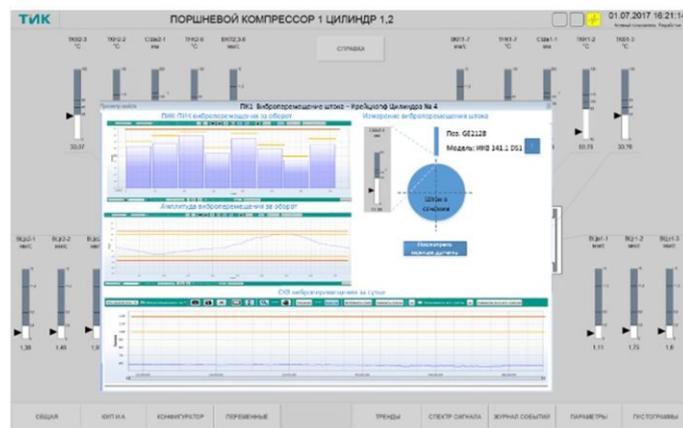
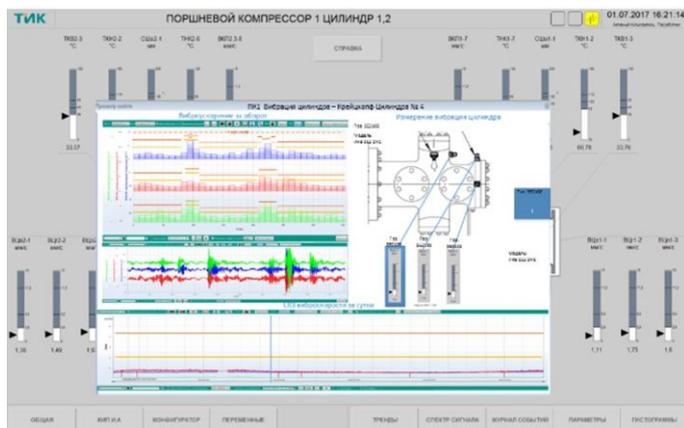
## Журнал событий



В журнале событий описываются все события, произошедшие с системой. Интерфейс оператора позволяет производить сортировку журнала по различным признакам в целях удобства поиска необходимого события.

## Гистограммы

Раздел доступен только для систем контроля поршневых компрессоров. Данная мнемосхема позволяет просмотреть реальное значение виброускорения и виброперемещения штока.





## Программное обеспечение ТИК-Эксперт

ПО «ТИК-Эксперт» предназначено для получения и обработки информации с датчиков и систем виброконтроля и АСУ с целью оценки технического состояния оборудования и выявления неисправностей.

Помимо использования в **составе системы ТИК-РВМ**, также может выступать в качестве ПО для анализа данных из других систем контроля вибрации. Результат работы программного обеспечения доступен через стандартный протокол OPC UA.

### Удобный интерфейс

Предоставление информации в удобном и понятном для пользователя формате

### Выявление дефектов

Широкий перечень выявляемых неисправностей – неисправности роторных машин, дефекты подшипников, неисправности силовой передачи и пр.

### Прогрессивная диагностика

Диагностика оборудования как в автоматическом, так и в ручном режиме на основе современных методов, включая оценку технического состояния, прогнозирование с помощью обученной нейросети, прогнозирование с помощью линейной регрессии и т.д.

### Функциональность

- Отображение мнемосхем с текущими значениями и состоянием контролируемого оборудования;
- Редактор готовых правил с возможностью тонкой настройки;
- Ведение журнала событий;
- Хранение и отображение трендов;
- Оповещение об аварийных и предупредительных событиях;
- Диагностика дефектов оборудования;
- Прогнозирование остаточного ресурса;
- Инструменты для вибродиагностики;
- Распределение прав для пользователей

### Построение полного цифрового двойника

Функционал построения полного цифрового двойника, сочетающего в себе не только расчетную цифровую модель поведения агрегата, но и централизованное хранение всех данных машины, инструментарий по автоматизированному заполнению границ параметров, поиску режимов, подбору рекомендуемых уставок, учету действий персонала



## ТИК-Эксперт

### Методы диагностики и прогнозирования

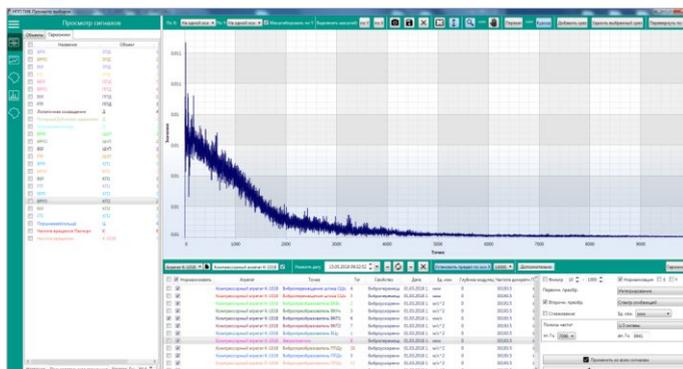
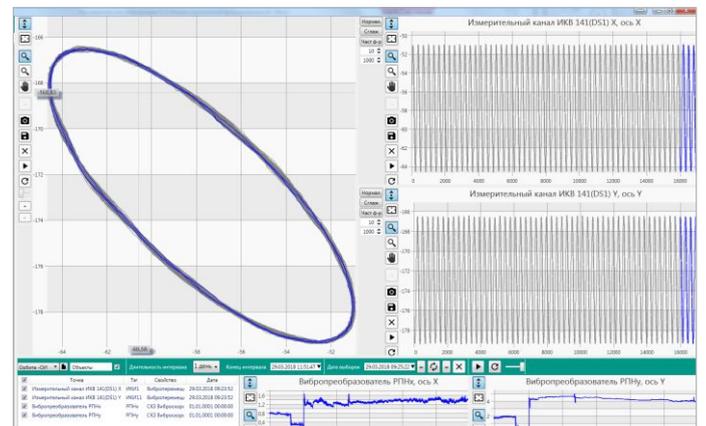
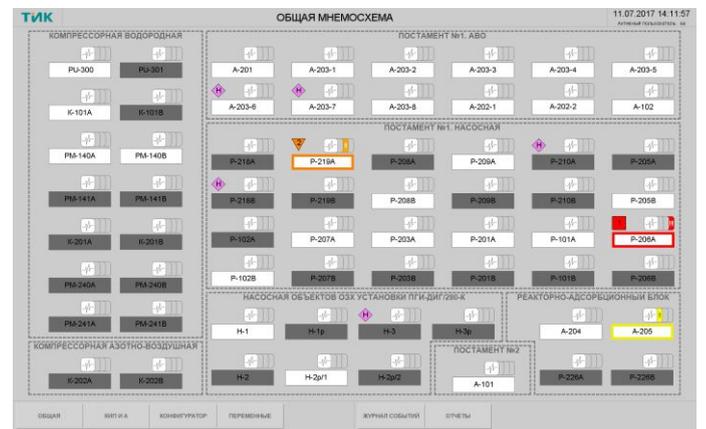
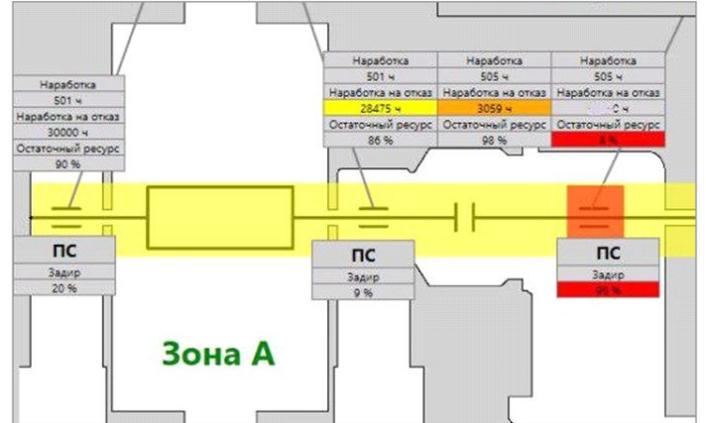
Перечень методов для диагностики и прогнозирования, используемых в модуле ТИК-Эксперт:

- контроль уровня виброскорости;
- оценка остаточного ресурса элементов по анализу огибающей спектра виброускорения;
- оценка технического состояния подшипников по коэффициенту «эксцесс» сигнала виброускорения;
- оценка технического состояния по уровням вибрации в полосах частот;
- оценка технического состояния по полному спектру;
- оценка технического состояния по вейвлет преобразованиям;
- оценка технического состояния с помощью обученной нейросети;
- прогнозирование с помощью линейной регрессии;
- прогнозирование с помощью обученной нейросети.

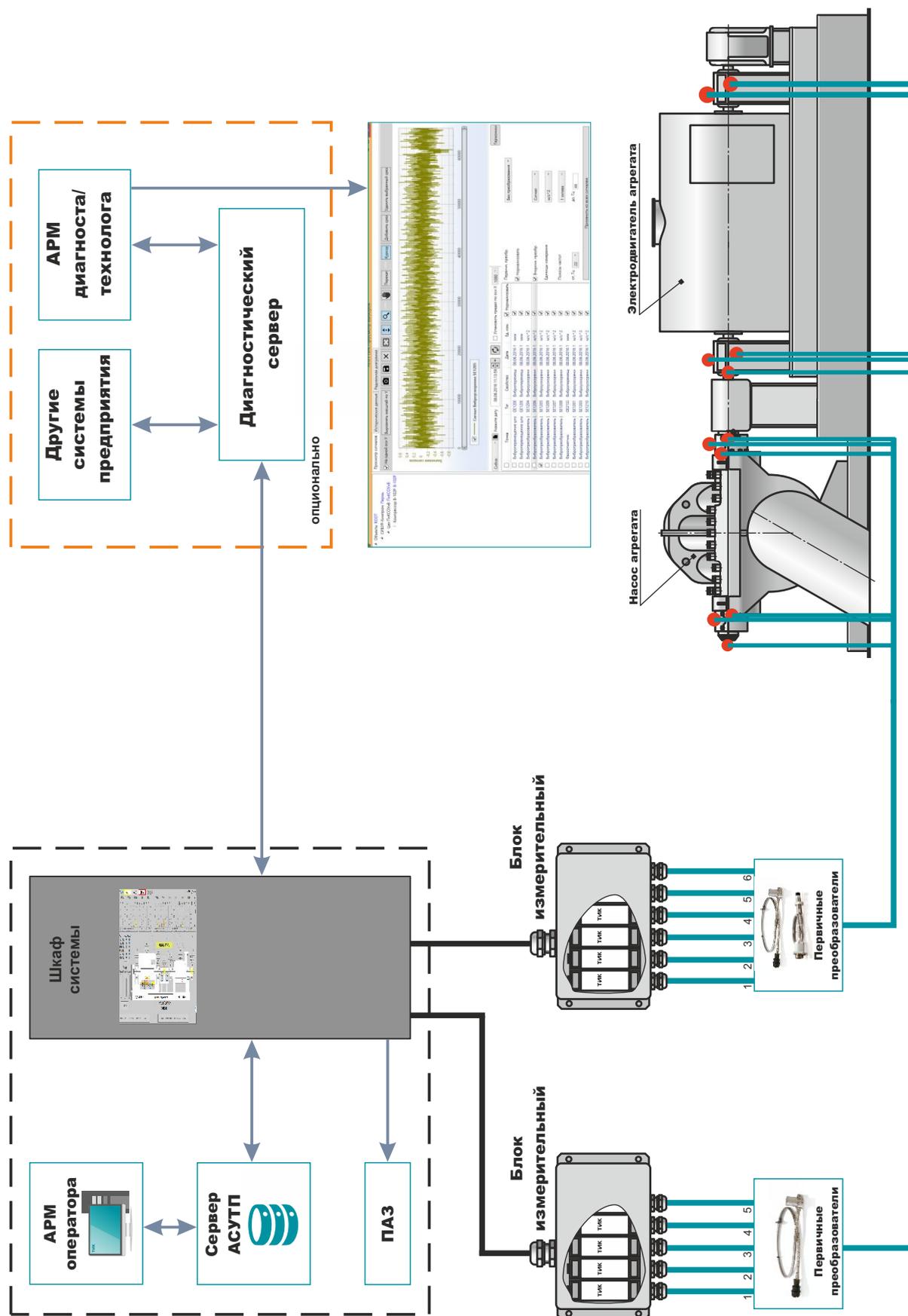
Собираемые системой данные могут значительно различаться в зависимости от объекта. Конечный результат диагностирования и прогнозирования зависит от качества и объема данных. Функционал системы позволяет обрабатывать и сравнивать любые данные с уставками, эталонами, либо между собой, либо с идентичными данными других агрегатов.

Результаты прогнозирования выводятся в **удобном для пользователя формате** на мнемосхемах.

Возможны разные критерии вывода остаточного ресурса и времени, по наименьшему, по среднему, и по другим алгоритмам.



# Схема применения системы ТИК-RVM для мониторинга ответственных агрегатов



## Разрешительные документы

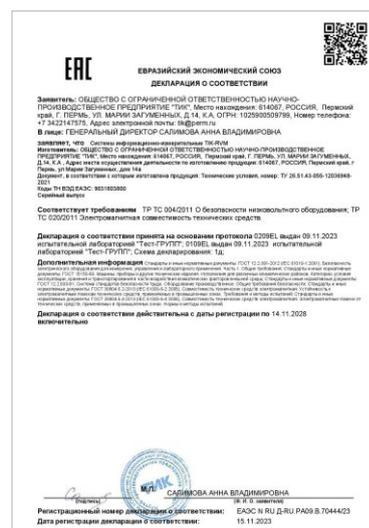
Свидетельство об утверждении типа средств измерений на системы информационно-измерительные расширенного вибромониторинга «ТИК-RVM» регистрационный номер 42802-09



Сертификат об утверждении типа средств измерений на системы информационно-измерительные ТИК-RVM №90229-23



Декларация о соответствии ТР ТС 004/2011 «О безопасности низковольтного оборудования», ТР ТС 020/2011 «Электромагнитная совместимость технических средств» на системы информационно-измерительные ТИК-RVM ЕАЭС № RU Д-РУ.РА09.В.70444/23







ООО Научно-производственное предприятие «ТИК»  
Мари Загуменных ул., 14а  
Пермь, Российская Федерация, 614067  
+7 (342) 214-75-75  
tik@perm.ru  
<https://tik.perm.ru>