



# Новое поколение инструментов для динамических измерений



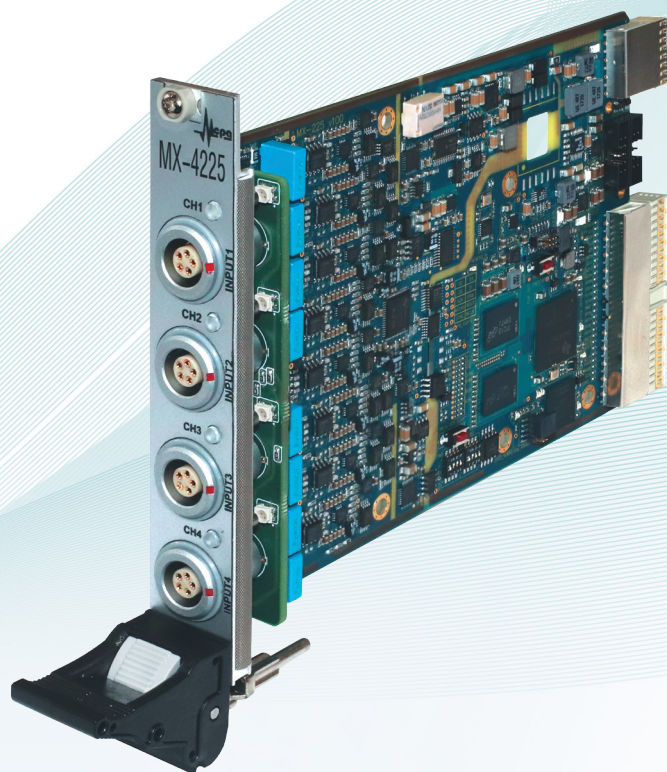


**PXI/PXIe** – PCI eXtensions for Instrumentation – широко распространённые стандарты, применяемые при создании автоматизированных информационно-измерительных систем.

- PXI, PXIe – группа открытых стандартов, развиваемая организацией PXI Systems Alliance.
- Включают преимущества PCI/ PCIe шины:
  - Производительность;
  - Доступность.
- Имеют преимущества промышленного конструктива.
- Более 65 производителей.
- Более 1500 модулей 48 категорий от аудио до цифровых мультиметров.

Компания «МЕРА» – российский разработчик и производитель модульных измерительных приборов в стандартах PXI/PXIe.

В арсенале «МЕРА» линейка измерительных модулей, шасси (крейты), встраиваемые контроллеры, модули синхронизации, мобильные приборы на основе PXI/PXIe стандартов.





# Высокопроизводительная платформа для цифровых измерений



- Открытая модульная архитектура
- Набор измерительных модулей для подключения широкого ассортимента первичных преобразователей
- 6, 12, 16 измерительных слотов в одном шасси (от 16 до 128 каналов)
- Синхронизация работы измерительных каналов как в одном приборе, так и нескольких приборов
- Стандартные компьютерные интерфейсы ввода/вывода
- Высокая пропускная способность
- Программное обеспечение сбора (Recorder, MR-300) и обработки данных (WinПОС) с возможностью расширения функционала пользователем
- Создание пользовательских программ посредством Embarcadero® Delphi®, Embarcadero® C++ Builder®, Microsoft Visual® C++, LabVIEW™

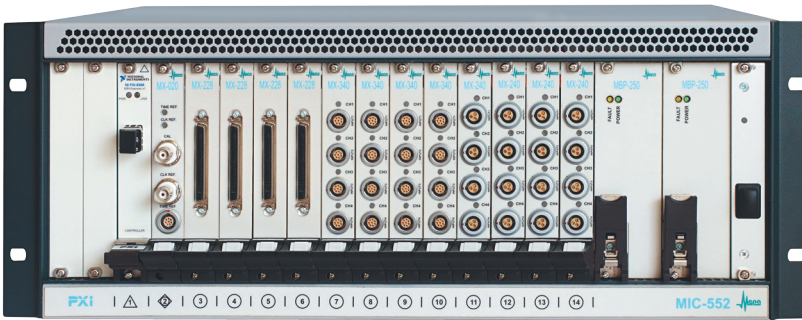


# Основные сферы применения



## Исследование и диагностика ГТД

- Вибрации
- Динамическая прочность
- Пульсации давления
- Вибромониторинг
- Модальный анализ



## Вибрационные испытания



## Испытания ракетных двигателей



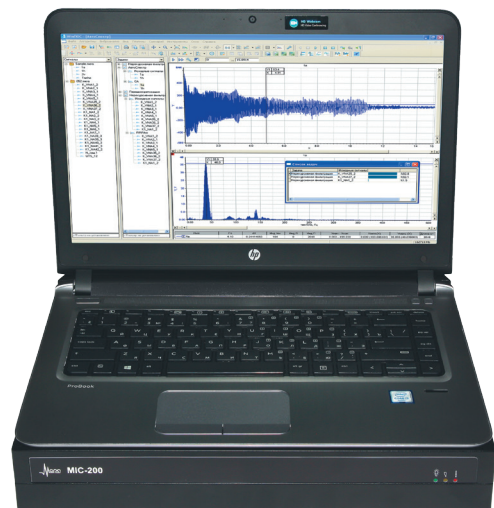
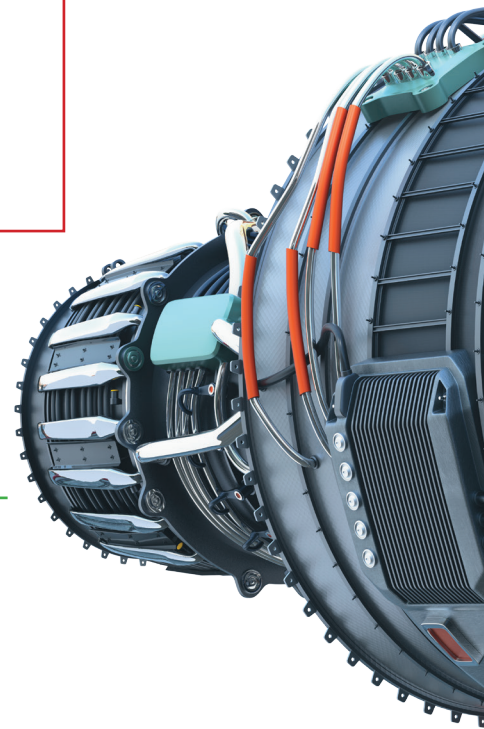


# Возможности применения

Стендовое

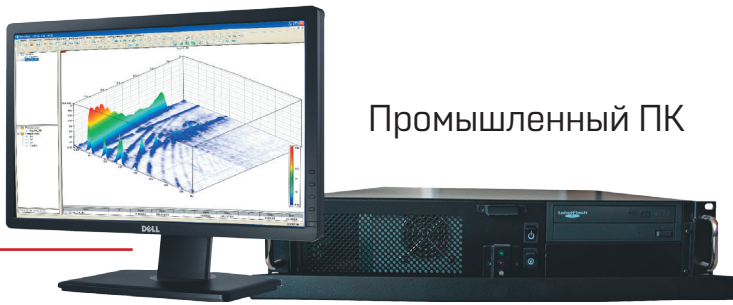


Стойка приборная





# систем динамических измерений



Промышленный ПК



- 12/16-слотовые крейты PXI/PXIe
- Оптический интерфейс
- Резервированный блок питания



## Мобильное

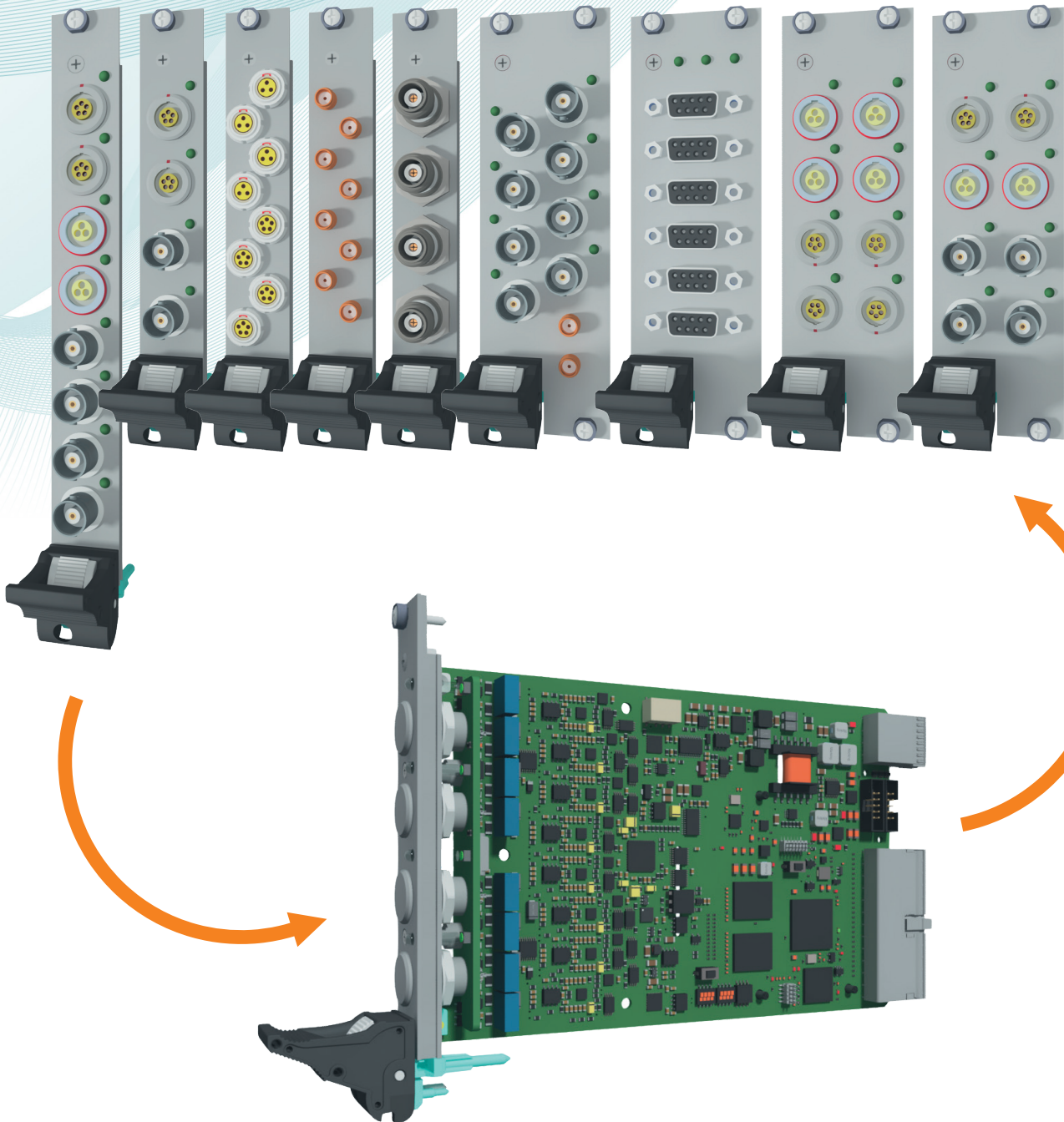
- Компактный переносной прибор
- 6 измерительных слотов
- Встроенный ПК
- Беспроводная периферия
- Встроенный дисплей
- Возможность послезэкспериментальной обработки данных





# Высокопроизводительные модули PXI/PXIe.

Для измерения физических величин динамических процессов предлагается линейка модулей серии MX, перекрывающая большинство измерительных задач, встречающихся при динамических испытаниях авиационной и ракетно-космической техники.



Модули позволяют проводить прямое измерение сигналов с датчиков различного типа. Сменные лицевые панели, оснащённые разъёмами различных типов, предназначены для упрощения процедуры подключения датчиков.



## Технические характеристики 8-канальных модулей PXI/PXIe

Характеристика	MX-4225 PXI MX-5225 PXIe	MX-4248 PXI MX-5248 PXIe	MX-4348 PXI MX-5348 PXIe
Количество каналов	8		
Частота дискретизации	512 кГц		
Полоса пропускания	230 кГц		
Типы датчиков	Микрофоны IEPE	Пьезоакселерометры IEPE	Мостовые датчики: 1/4, 1/2, полный. Поддержка одиночного тензорези- стора
Диапазоны измерений	±100мВ ... ±10 В	±10 ... ±100 000 пКл	±0,6 ... ±6,0 мВ/В; ±0,6 ... ±6,0 мВ/мА
Разрядность АЦП	24 бит		
Сигнал/шум	106 дБ	110 дБ	108 дБ
Основная погрешность измерений	±0,1%		
Другие характеристики	TEDS Гальваническая развязка групповая (до 500 В)		
	Самокалибровка и контроль перегрузок	–	Самокалибровка и контроль перегрузок

## АЦП премиум-класса

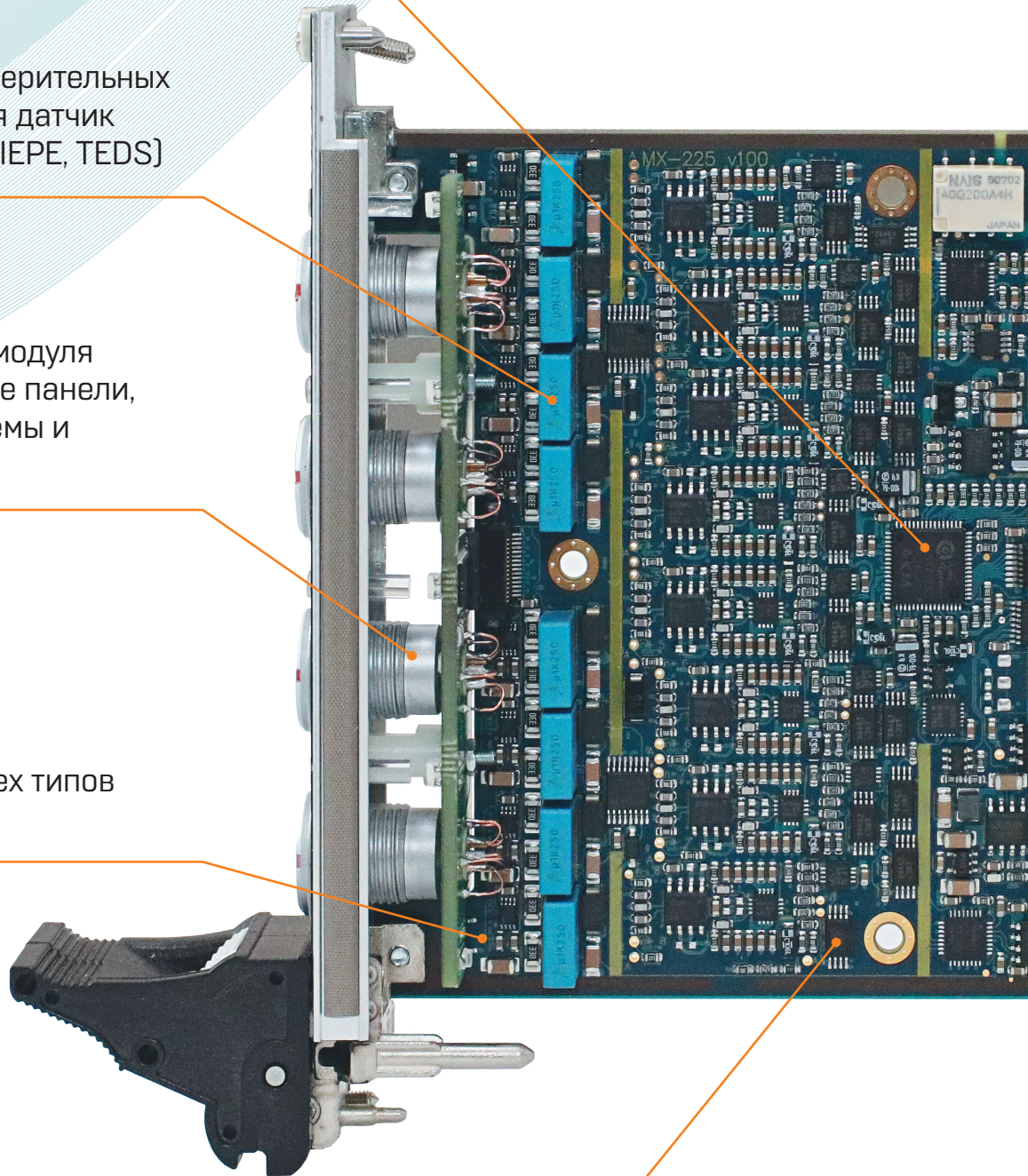
Частота опроса до 512 кГц/канал  
Динамический диапазон до 120 дБ  
на всем частотном диапазоне

Диагностика измерительных  
каналов, включая датчик  
(акселерометры, IEPЕ, TEDS)

Кросс-средства модуля  
Сменные лицевые панели,  
различные разъемы и  
подключения

Подключение всех типов  
датчиков

Система самокалибровки

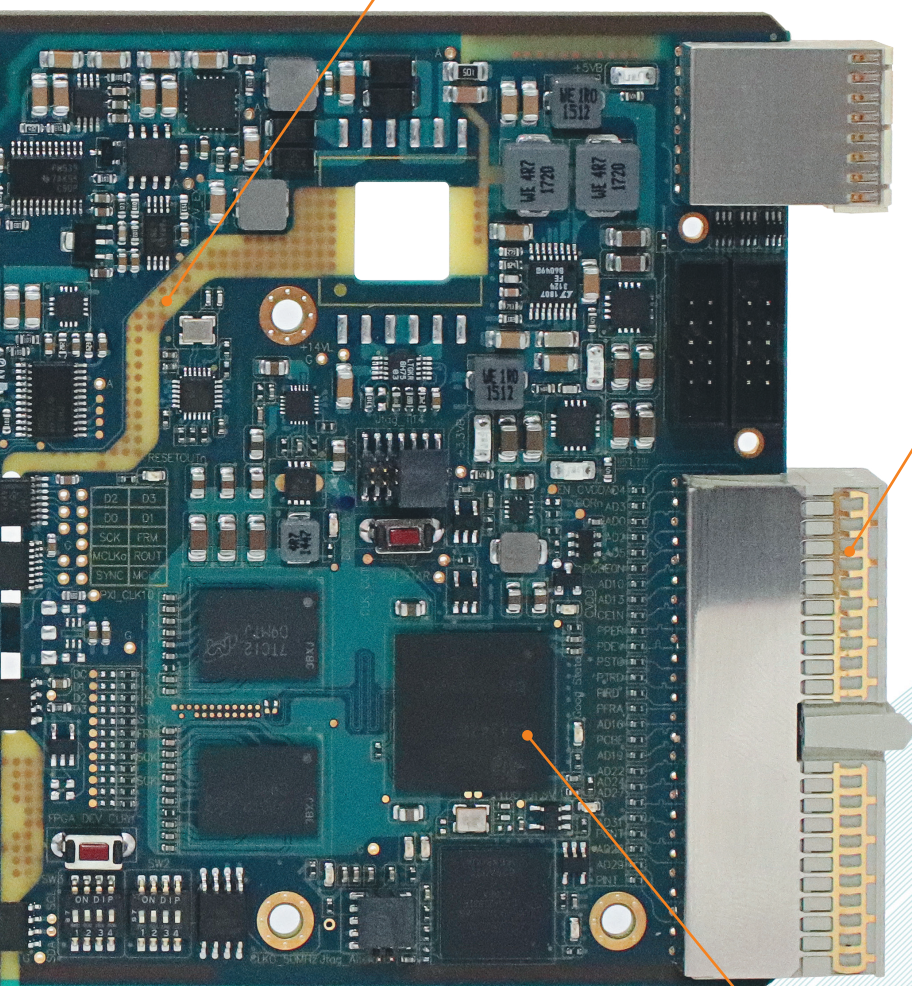




# измерительных модулей PXI/PXIe

Групповая гальваническая развязка

Открытая платформа  
стандарта PXI/PXIe



4-ядерный  
процессор, 1 ГГц

Распределённая  
обработка сигналов  
на борту

Расчёт спектра,  
фильтрация,  
допусковый контроль



Для комплектации измерительных приборов PXI/PXIe предлагаются высокопроизводительные встраиваемые контроллеры с многоядерными процессорами и ОС Windows.



**MX-051 / MX-061**

**Контроллер MX-051** реализован на базе процессорного COM-Express модуля COMe-C08-BT6 компании SECO, оснащённого процессором Intel® Core i5-8400H и чипсетом HM370.

Обеспечивает прием данных в потоке 5 ГТ/с с 6-ти измерительных модулей.

**Контроллер MX-061** реализован на базе процессора Intel® Atom® Processor C3758 8C, 2,2 ГГц (Denverton-NS).

Обеспечивает прием данных в потоке PCIe GEN3 с 12-ти измерительных модулей.

Контроллер может быть использован для решения задач управления изделием, аварийной защиты изделия.

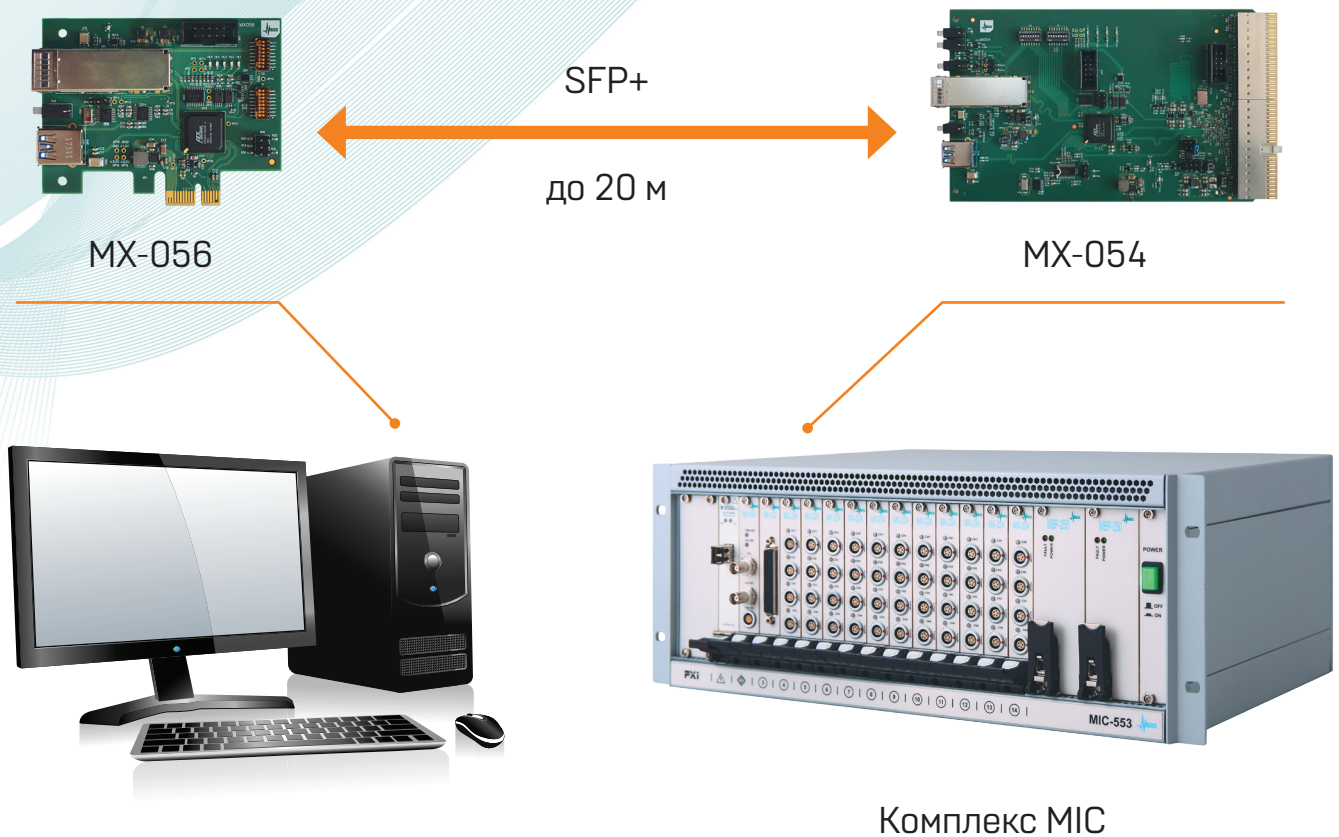


## Технические характеристики

Характеристика	МХ-051 / МХ-052	МХ-061 / МХ-062
Процессор	Intel® Core i5-8400H, Quad Core @ 2,5 ГГц (4,2 ГГц Turbo Boost), HT, 8 МБ Cache, 45 Вт TDP	Intel® Atom® Processor C3758, 8 С, 2,2 ГГц, 25 Вт TDP SoC
ОЗУ	До 64 ГБ, 1 слот DDR4-2666 SO-DIMM	64 ГБ DDR4
Энергонезависимая память малого объема	64 Мбит, DATA FLASH	2 x 64 Мбит FLASH 1 x EEPROM
Энергонезависимая память большого объема	Внешний SSD накопитель SATA	64 ГБ eMMC
Интерфейсы	2 порта USB 2.0 (Type A) + 1 порт USB-key; 2 порта USB 3.0 (Type A); 1 порт HDMI 1.4 (Type A); 1 порт Ethernet Gigabit (RJ45); 1 порт MIC (Jack 3.5"); 1 порт HEADPHONE (Jack 3.5")	Ethernet Gigabit; 4x10 Gbe; LVDS, VGA; 2 порта SATA3; 3 порта USB 2.0 + 1 порт USB-key; 4 порта USB 3.0; 2 порта UART (RX/TX) SPI; I2C; LPC; SMBus
Рабочий температурный диапазон	0 ... +60 °C	0 ... +60 °C
Питание модуля	3,3 В; 5 В; 12 В	12 В
Потребляемая мощность	25 ... 130 Вт	30 Вт
Исполнение	2 слота PXI 3U / PXIe	Системный слот PXI 3U / PXIe 3U

# Оптический интерфейс

Для подключения измерительных приборов PXI/PXIe к компьютеру применяются интерфейсные модули, обеспечивающие высокую пропускную способность посредством оптического интерфейса или медного кабеля.



Модуль интерфейсный MX-056 предназначен для организации связи по оптическому кабелю (SFP+) между персональным компьютером пользователя и вычислительным комплексом на основе шины PXI на расстоянии до 20 м.

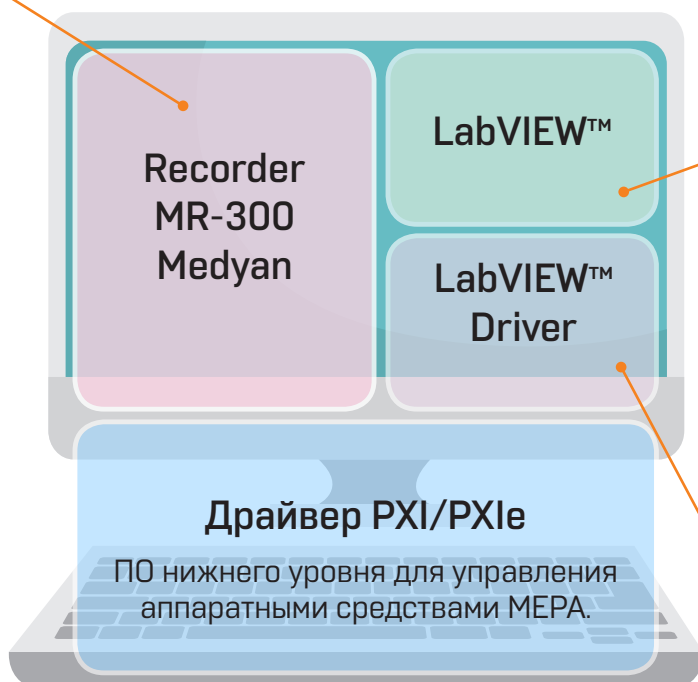
Модуль интерфейсный MX-054 предназначен для организации связи по оптическому кабелю (SFP+) между персональным компьютером пользователя и вычислительным комплексом на основе шины PXI со стороны комплекса.



# Программное обеспечение

Универсальное ПО для управления ИИС и обработки результатов измерений.

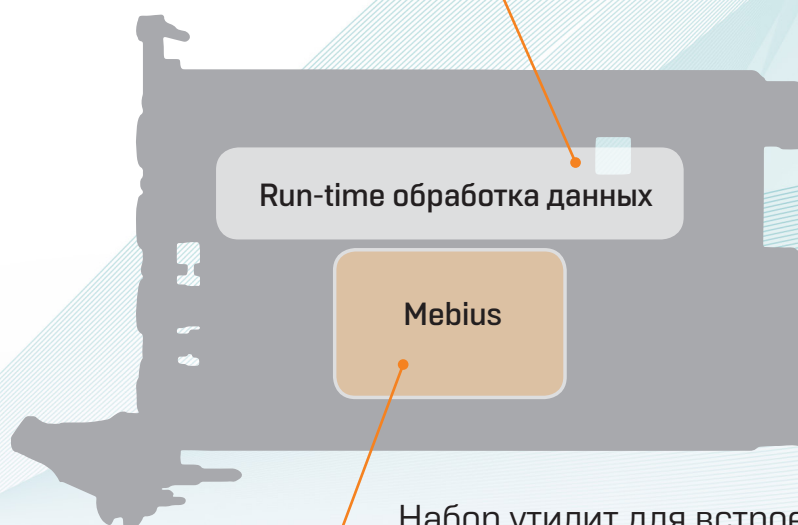
Разработано на основе систематизации технических требований для более чем ста испытательных стендов в течение 30 лет.



Программно-аппаратная среда, являющаяся де-факто стандартом в сфере промышленной автоматизации. Получила широкое распространение также в лабораторных применениях.

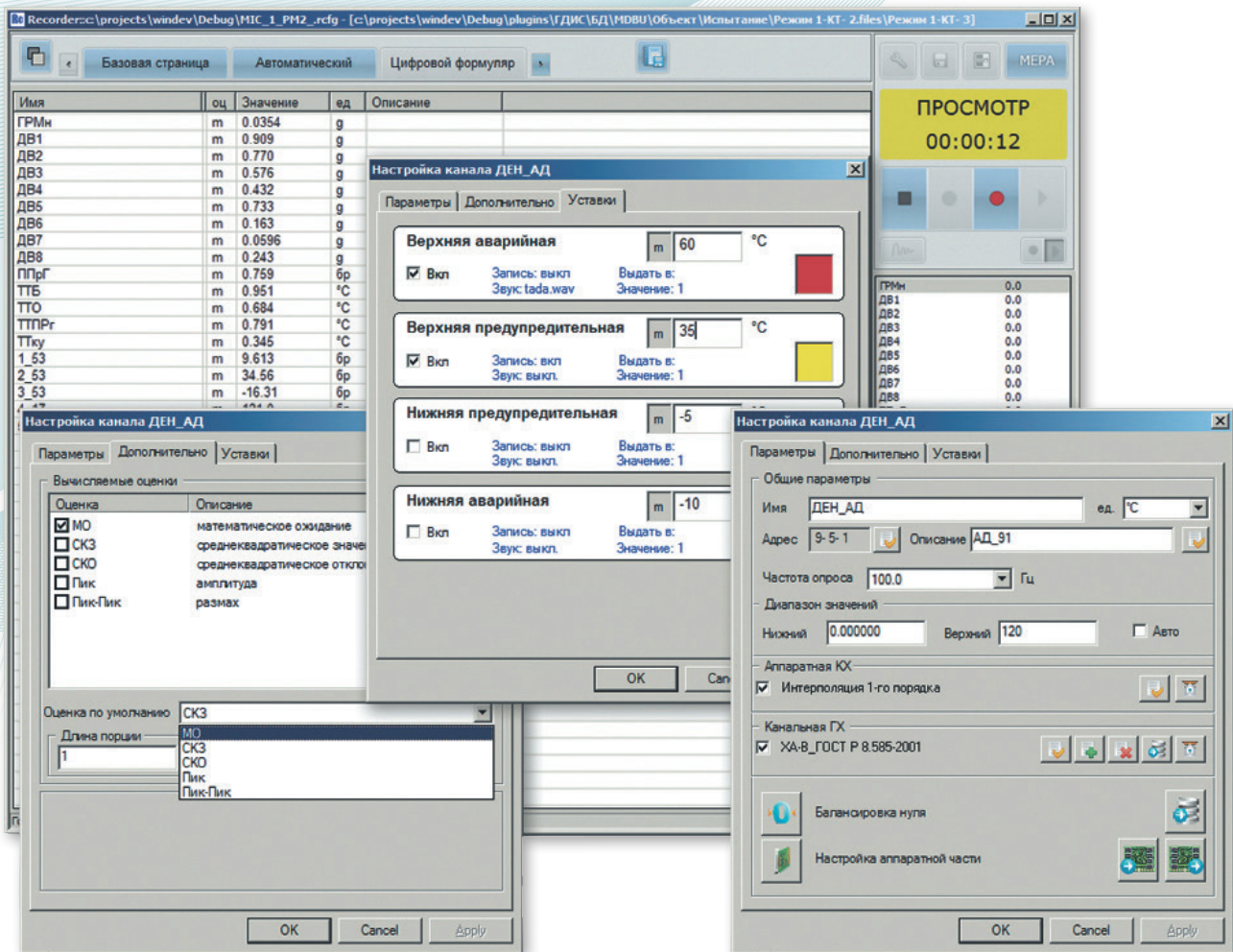
Программная оболочка над драйверами МЕРА для совместимости со средой LabVIEW™. Позволяет применять уже имеющиеся разработки и технические решения на базе LabVIEW™, используя аппаратное обеспечение фирмы МЕРА.

Программное обеспечение реального времени, работающее на сигнальных процессорах измерительных и коммуникационных модулей.



Набор утилит для встроенного программного обеспечения аппаратных средств.

# Открытое программное обеспечение



**Recorder** – универсальное программное обеспечение для управления работой измерительно-вычислительных комплексов МІС на базе различных стандартов.

- Настройка, диагностика и управление измерительными каналами.
- Управление процессами получения и сохранения измерительных данных.
- Выполнение процедур градуировки, калибровки, поверки измерительных каналов.
- Отображение на экране измеряемых параметров в виде таблиц и осциллограмм.
- Подключение дополнительных библиотек (программных модулей) для расширения функциональности.



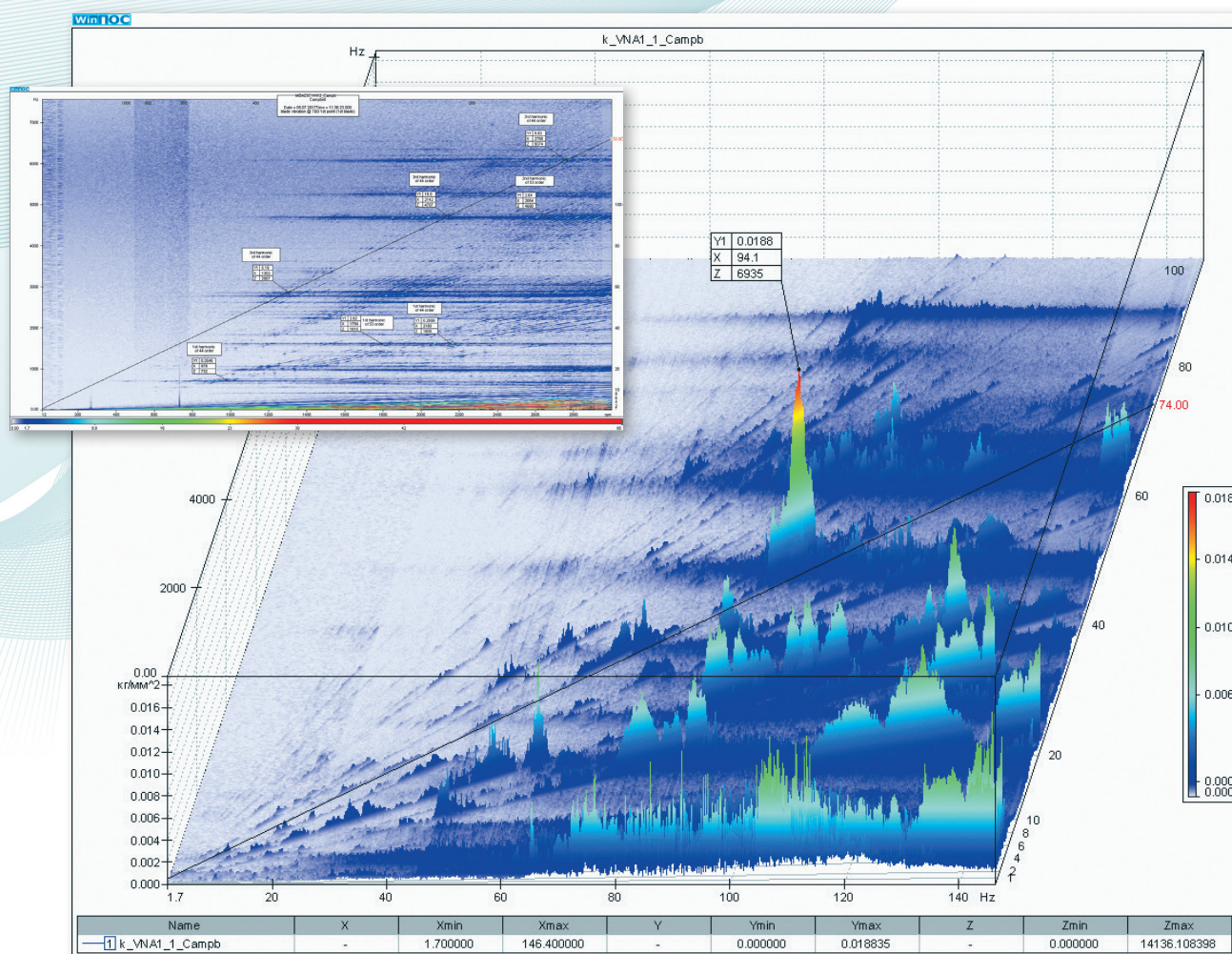
# Регистрация и экспресс-анализ данных в темпе эксперимента



**MR-300** – программа для управления работой регистраторов-анализаторов динамических процессов.

- Настройка, градуировка, управление измерительными каналами.
- Отображение измеряемых параметров и расчетных характеристик на мониторах операторской станции.
- Сохранение всего потока измерительных данных с точной привязкой по времени.
- Расчёт суммарных характеристик (СКЗ, размах); узкополосного спектра; 1/3-октавного спектра; амплитуды и фазы гармоник (АФЧХ); частоты по тахосигналу.
- Построение диаграммы Кэмпбелла.
- Обработка виброиспытаний: испытания на резонанс и синусоидальную вибрацию (АЧХ, ФЧХ), широкополосную вибрацию (ШСВ), построение спектра плотности мощности, испытания на удар.
- Настройка кинематической схемы испытания для отображения вибраций узлов агрегатов в удобном для оператора виде.

# Профессиональный инструмент для исследования динамических процессов



**WinПОС** – программный продукт для обработки измерительной информации с помощью стандартных математических и статистических алгоритмов, графического представления данных и документирования.

- Более 50 алгоритмов обработки сигналов.
- Мощные средства построения и оформления графиков для документирования.
- Пакетная обработка данных.
- Обработка данных WAV и UFF форматов.
- Поддержка сценариев (встроенный редактор сценариев VBScript) и подключаемых модулей.
- Возможность создания плагинов импорта-экспорта данных.
- Неограниченная длина сигналов.
- Интеграция с MATLAB™.

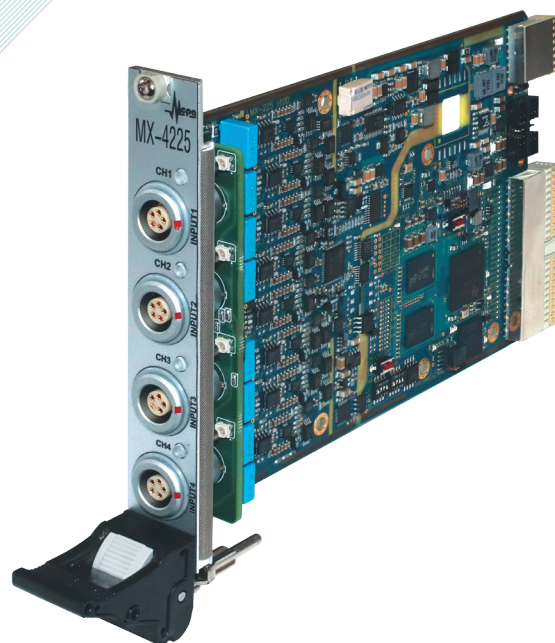


**Технические характеристики  
измерительных модулей РХІ/РХІе  
четвертого поколения**

## Модуль аналогового ввода. Напряжение / IEPЕ

### Особенности

- 8 аналоговых каналов
- Амплитудный диапазон:  $\pm 100\text{ мВ} \dots \pm 10\text{ В}$
- Частота дискретизации: до 512 кГц на канал
- Высококачественный цифровой антиалиасный фильтр с линейной фазовой характеристикой:
  - частотный диапазон: 0 ... 230 кГц ( $F_s=512\text{ кГц}$ )
  - неравномерность:  $\pm 0,03\text{ дБ}$
  - подавление вне полосы пропускания: 90 дБ
- Разрешение сигма-дельта АЦП: 24-бит
- Поддержка технологии IEPЕ, TEDS
- Отношение сигнал/шум: 106 дБ
- Групповая гальваническая изоляция
- Синхронизация от внешнего тактирования: ФАПЧ 10 МГц через шину PXI/PXIe
- Конструктив: 3U PXI (MX-4225) / PXIe (MX-5225)



### Назначение и область применения

Модули MX-4225, MX-5225 представляют собой 8-канальные аналого-цифровые измерительные преобразователи. Преобразование входных сигналов осуществляется посредством отдельных аналого-цифровых преобразователей синхронно по всем каналам модулей.

Источниками входных сигналов для модуля могут служить датчики генераторного типа с выходом по напряжению, датчики типа IEPЕ и аналогичные (пьезоэлектрические акселерометры, микрофоны, датчики пульсаций давления и другие датчики со встроенной электроникой), а также выходы внешних усилителей-кондиционеров измерительных сигналов.

Основная область применения модулей – исследование быстропеременных процессов, диагностика и контроль механического, акустического и вибрационного состояния механизмов и машин.



## Технические характеристики

Количество каналов	8
Режим работы канала по входу (тип входа)	- дифференциальный вход по напряжению - недифференциальный вход по напряжению - недифференциальный вход по напряжению с питанием датчика типа IEPЕ
Входные амплитудные диапазоны	$\pm 100\text{мВ}$ ; $\pm 330\text{мВ}$ ; $\pm 1\text{В}$ ; $\pm 10\text{В}$
Частота дискретизации сигналов ( $F_s$ )	1 ... 512 кГц
Частота среза аналогового (программно отключаемого) ФВЧ по уровню -3 дБ	1,7 Гц
Величина тока питания датчика типа IEPЕ (в диапазоне выходных напряжений от 0,5 до 29 В)	4 $\pm$ 0,4 мА
Напряжение встроенного источника опорного напряжения	4,096 $\pm$ 0,004 В
Подавление входного синфазного сигнала в полосе частот от 50 Гц до 1 кГц, не менее	90 дБ
Максимальный ток нагрузки служебного питания +12 В и -12 В одного канала	120 мА

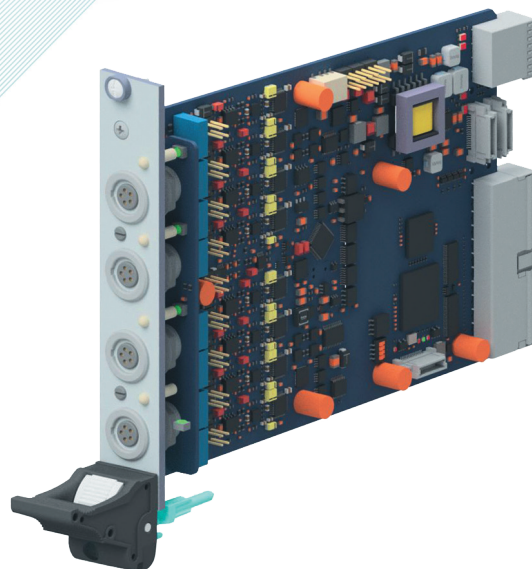
## Нормируемые метрологические характеристики

Пределы основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного тока	$\pm 0,1\%$
Пределы основной приведенной погрешности измерения напряжения переменного тока (частотой 1 кГц)	$\pm 0,1\%$
Пределы дополнительной приведенной погрешности измерения в температурном диапазоне от 5 до 50°C	$\pm 0,1\%$
Неравномерность АЧХ в диапазоне частот от 0 ... 230 кГц, не более	$\pm 0,03$ дБ

## Модуль ввода. Заряд / напряжение / IEPE

### Особенности

- 8 аналоговых каналов
- Амплитудные диапазоны:  $\pm 10 \dots \pm 100\,000$  пКл
- Частота дискретизации: до 512 кГц на канал
- Высококачественный цифровой антиалиасный фильтр с линейной фазовой характеристикой:
  - частотный диапазон: 0 ... 230 кГц ( $F_s=512$  кГц)
  - неравномерность:  $\pm 0,03$  дБ
  - подавление вне полосы пропускания: 90 дБ
- Разрешение сигма-дельта АЦП: 24-бит
- Поддержка технологии IEPE, TEDS
- Отношение сигнал/шум: 110 дБ
- Групповая гальваническая изоляция
- Синхронизация от внешнего тактирования: ФАПЧ 10 МГц через шину PXI/PXIe
- Конструктив: 3U PXI (МХ-4248) / PXIe (МХ-5248)



### Назначение и область применения

Модули МХ-4248 и МХ-5248 представляют собой 8-канальные аналого-цифровые измерительные преобразователи. Для преобразования входных сигналов заряда в сигналы напряжения и подачи на входы АЦП каналов служат отключаемые встроенные усилители-преобразователи заряда. Преобразование сигналов напряжения в цифровой вид осуществляется посредством отдельных аналого-цифровых преобразователей синхронно по всем каналам модуля.

Модули могут применяться со следующими типами датчиков:

- пьезоэлектрические датчики с заземленным выходом (датчики SEPE типа);
- пьезоэлектрические датчики с дифференциальным выходом (датчики DIFFPE типа), на выходе которых формируется сигнал электрического заряда;
- датчики со встроенным усилителем-преобразователем заряда (датчики IEPE типа), на выходе которых формируется сигнал электрического напряжения.

Модули имеют аппаратные средства для работы со встроенной памятью датчиков, т. н. встроенными электронными таблицами данных преобразователей (TEDS).

Основная область применения модуля – исследование быстропеременных процессов, диагностика и контроль механического и вибрационного состояния механизмов и машин. Модули позволяют также измерять пульсации давления в частотном диапазоне до 230 кГц при использовании в качестве первичного преобразователя пьезоэлектрического датчика давления.

Модули имеют встроенные средства (калибратор) для проверки работоспособности канала.



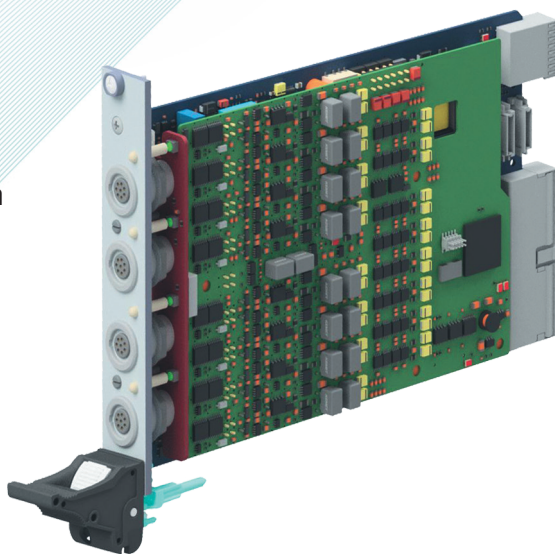
## Технические характеристики

Количество каналов	8
Режим работы канала по входу (тип входа)	- дифф. и недифф. вход по заряду; - дифф. и недифф. вход по напряжению; - недифференциальный вход по напряжению с питанием датчика типа IEPЕ
Входной амплитудный диапазон канала по заряду: - при коэффициенте усиления -20 дБ - при коэффициенте усиления 0 дБ - при коэффициенте усиления 20 дБ - при коэффициенте усиления 40 дБ - при коэффициенте усиления 60 дБ	±100 000 пКл; ±10 000 пКл; ±1 000 пКл; ±100 пКл; ±10 пКл
Коэффициент преобразования (усиления) канала в режиме работы входа по заряду	0,1 мВ/пКл (-20 дБ); 1 мВ/пКл (0 дБ); 10 мВ/пКл (20 дБ); 100 мВ/пКл (40 дБ); 1000 мВ/пКл (60 дБ)
Входные амплитудные диапазоны каналов в режиме работы входа по напряжению	±100мВ; ±330мВ; ±1В; ±10В
Частота дискретизации сигналов (Fs)	1 ... 512 кГц
Неравномерность АЧХ в рабочем диапазоне частот	±0,3 дБ
Пределы основной приведенной погрешности измерения напряжения постоянного и переменного тока	±0,1%
Пределы основной приведенной погрешности измерения переменного электрического заряда (частотой 1кГц)	±1,0%
Пределы дополнительной приведенной погрешности измерения в температурном диапазоне от 5 до 50°С	±0,2%
Подавление входного синфазного сигнала в полосе частот от 50 Гц до 1 кГц, не менее	90 дБ
Частота среза аналогового (программно отключаемого) ФВЧ по уровню -3 дБ	1,7 Гц
Величина тока питания датчика типа IEPЕ (в диапазоне выходных напряжений от 0,5 до 29 В)	4 ±0,4 мА
Напряжение встроенного источника опорного напряжения	4,096±0,004 В

## Модуль ввода тензометрический

### Особенности

- 8 аналоговых каналов
- Амплитудные диапазоны:  $\pm 10$  мВ ...  $\pm 100$  мВ
- Мостовые датчики:  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{2}$ , полный
- Поддержка одиночного тензорезистора
- Поддержка тензометрического потенциометра
- Поддержка технологий IEPЕ, TEDS
- Балансный дифференциальный плавающий источник постоянного тока
- Балансный дифференциальный источник постоянного напряжения
- Статическая и динамическая (20 Гц) шунтовая калибровка
- 2 шунтовых калибровочных резистора
- 2 переключаемых  $\frac{1}{4}$ -мостовых дополнения
- Частота дискретизации: до 512 кГц на каждый канал
- Цифровой антиалиасный фильтр:
  - частотный диапазон: 0 ... 230 кГц ( $F_s=512$  кГц)
  - неравномерность:  $\pm 0,03$  дБ
  - подавление вне диапазона: 90 дБ
- Разрешение сигма-дельта АЦП: 24-бит
- Малошумящий тракт: 2,2 мкВ СКЗ RTI
- Групповая гальваническая изоляция
- Конструктив: 3U PXI (MX-4348) / PXIe (MX-5348)



### Назначение и область применения

Модули MX-4348 и MX-5348 представляют собой 8-канальные аналого-цифровые измерительные преобразователи со встроенными усилителями и балансными источниками тока для питания тензорезисторов. Преобразование входных сигналов осуществляется посредством отдельных аналого-цифровых преобразователей синхронно по всем каналам модуля.

Модули предназначены для проведения измерений статических и динамических (быстропеременных) параметров с применением следующих источников сигналов: тензодатчиков, выполненных по схеме измерительного моста, полумоста, четвертьмоста, одиночных тензорезисторов, тензометрических потенциометров, датчиков генераторного типа и внешних усилителей-преобразователей с выходным сигналом в виде электрического напряжения (IEPE).

Питание тензодатчика каждого канала осуществляется посредством согласованной пары источников постоянного тока для реализации балансной схемы на входе инструментального усилителя и соответствующего более эффективного (в сравнении с несимметричным источником тока) подавления внешних электростатических помех, действующих на проводники соединительного кабеля. Режимы питания тензодатчиков (регулируемой величиной тока или напряжения) устанавливаются программно, независимо для каждого канала.

Основная область применения модулей – исследование динамической прочности узлов машин и механизмов. Расширенный частотный диапазон измерений позволяет проводить исследования пульсаций давления в проточной части компрессора/турбины ГТД с помощью пьезорезистивных датчиков давления.



## Технические характеристики

Количество каналов	8
Тип входа и способ подключения датчиков - тензометрический (питание пост. током и напряжением) - тензометрический (питание постоянным током) - тензометрический (питание постоянным напряжением) - по напряжению - по напряжению IEPЕ	мост, 1/2 мост, 1/4 мост одиночный тензорезистор потенциометр дифференциальный, недифференц. недифференциальный
Амплитудный диапазон: - тензометрический с питанием от источника напряжения - тензометрический с питанием от источника тока - по напряжению	$\pm 0,06 \dots \pm 6,0$ мВ/В $\pm 0,06 \dots \pm 6,0$ мВ/мА $\pm 0,1 \dots \pm 10$ В
Частота дискретизации сигналов ( $F_s$ )	1 ... 512 кГц
Тип АЦП (на каждом канале)	сигма-дельта 24 бит
Частота дискретизации сигналов ( $F_s$ )	1 ... 512 кГц
Цифровой антиалиасный КИХ-фильтр (встроенный в АЦП) - полоса пропускания (неравномерность) - полоса подавления (уровень подавления)	$0 \dots 0,45 \cdot F_s$ ( $\pm 0,3$ дБ), $0,55 \cdot F_s$ и выше ( $> 90$ дБ)
Пределы основной приведенной погрешности измерений	$\pm 0,1\%$
Пределы дополнительной приведенной погрешности измерений	$\pm 0,2\%$
Неравномерность АЧХ, не более в диапазоне частот 0 ... 230 кГц ( $F_s = 512$ кГц)	$\pm 0,3$ дБ
Источник напряжения питания тензодатчиков - диапазон установки напряжения ( $U_{\text{exc.}}$ ) - пределы относит. погрешности установки напряжения	1...20 В $\pm(U_{\text{exc.}} \times 0,001 + 1\text{мВ})$
Балансный источник тока питания тензометрических датчиков - диапазон установки тока ( $I_{\text{exc.}}$ ) - пределы относительной погрешности установки тока	3,0...17,0 мА $\pm(I_{\text{exc.}} \times 0,002 + 5\text{мкА})$
Сопrotивление встроенных 1/4-мостовых дополнений	120 Ом и 350 Ом
Эквивалентное сопротивление встроенных 1/2-мостовых дополнений	20 МОм
Диапазон аппаратной балансировки (приведенный ко входу)	$\pm 100$ мВ
Частота среза отключаемого ФВЧ 1-го порядка по уровню 3 дБ	1,1 Гц
Встроенные калибровочные шунты - номинальное сопротивление - относительная погрешность	59,9 кОм и 174,4 кОм 0,1 %

# Создаем технологии будущего!

## Группа компаний «МЕРА»

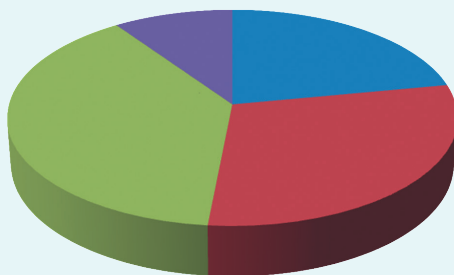


Мытищи (Московская обл.)

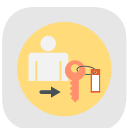
Площадь – 4000 м<sup>2</sup>



Более 220 сотрудников



- Департамент системной интеграции
- Центр разработки
- Производственно-технический центр
- Другие службы



**120** внедрений в эксплуатацию в год. За 28 лет работы внедрено в эксплуатацию более **2400** крупных систем.



Более 250 заказчиков. Более 30 – постоянных.





МЕРА

Адрес: Россия, 141002, Московская область,  
г. Мытищи, ул. Колпакова, д. 2, корпус №13

Тел.: **(495) 783-71-59** | **Факс: (495) 745-98-93**  
**info@nppmera.ru** | **www.nppmera.ru**