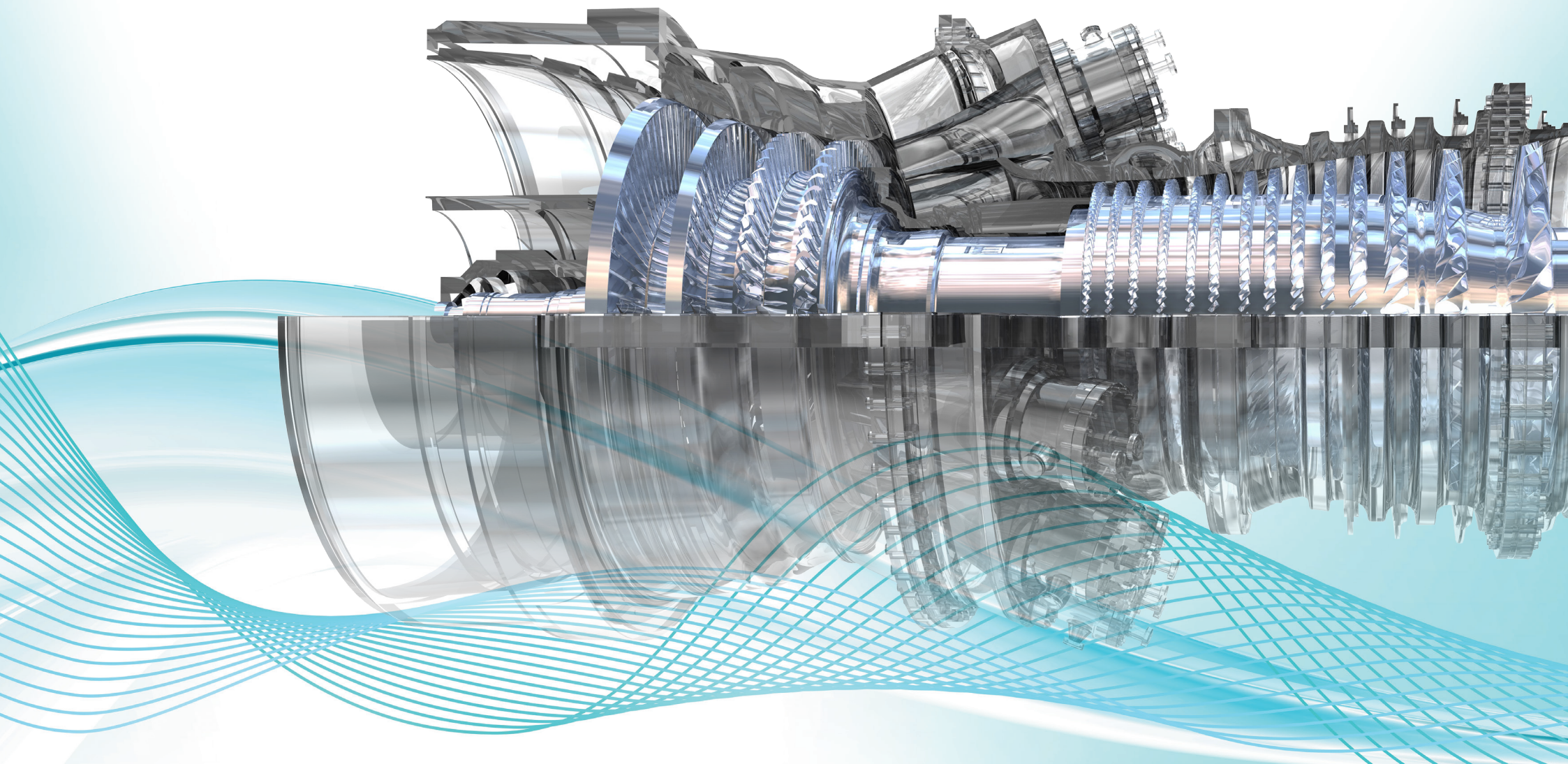
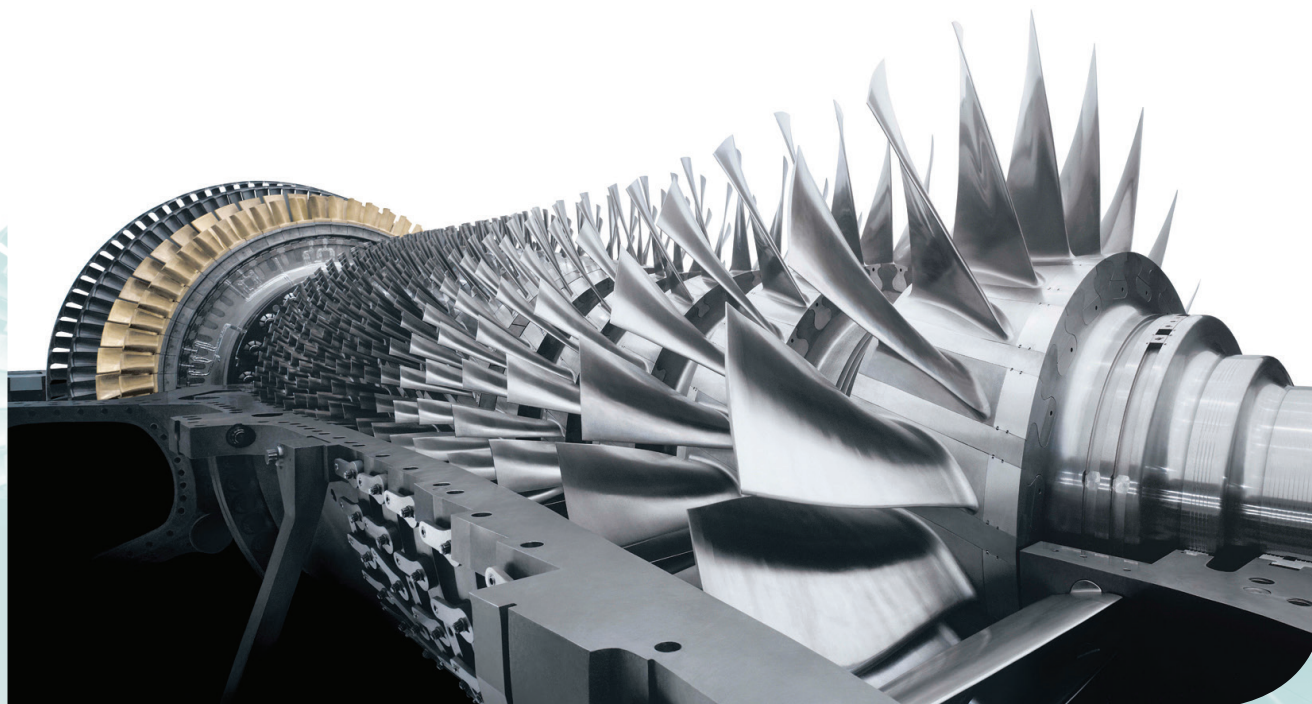




Исследование параметров работы газовых турбин



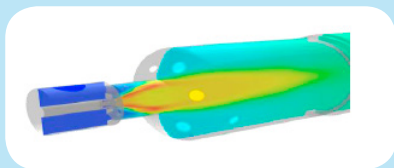


Широкое применение газотурбинных установок (ГТУ) в энергетике, в нефтегазодобывающей, металлургической и деревообрабатывающей промышленности и во многих других производственных отраслях, предъявляет высокие требования к качеству и надёжности их работы. Использование методов математического моделирования позволяет сократить время проектирования и избежать грубых ошибок в расчётах параметров элементов ГТУ, но не исключает этап тщательной экспериментальной отработки как элементов ГТУ, так и всего изделия в целом. Экспериментальная отработка производится на всех стадиях разработки, опытной эксплуатации, вывода из планового технического обслуживания и ремонта. В условиях современного производства исследование параметров ГТУ осуществляется с применением цифровых систем мониторинга, измерения и специализированных методов и алгоритмов обработки полученных данных.

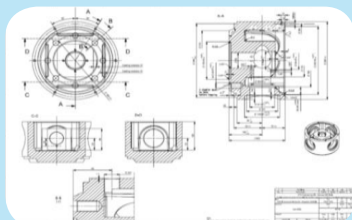
ГК «МЕРА» обладает обширным опытом построения распределённых измерительных систем, компьютерной обработки и математического анализа получаемых данных при испытаниях технически сложных машин и агрегатов, энергетических, судовых, авиационных и ракетных силовых установок.

Мы осуществляем

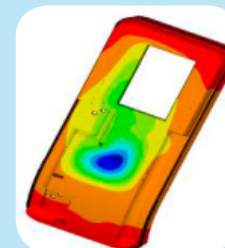
Гидродинамическое
моделирование



Построение систем
измерения

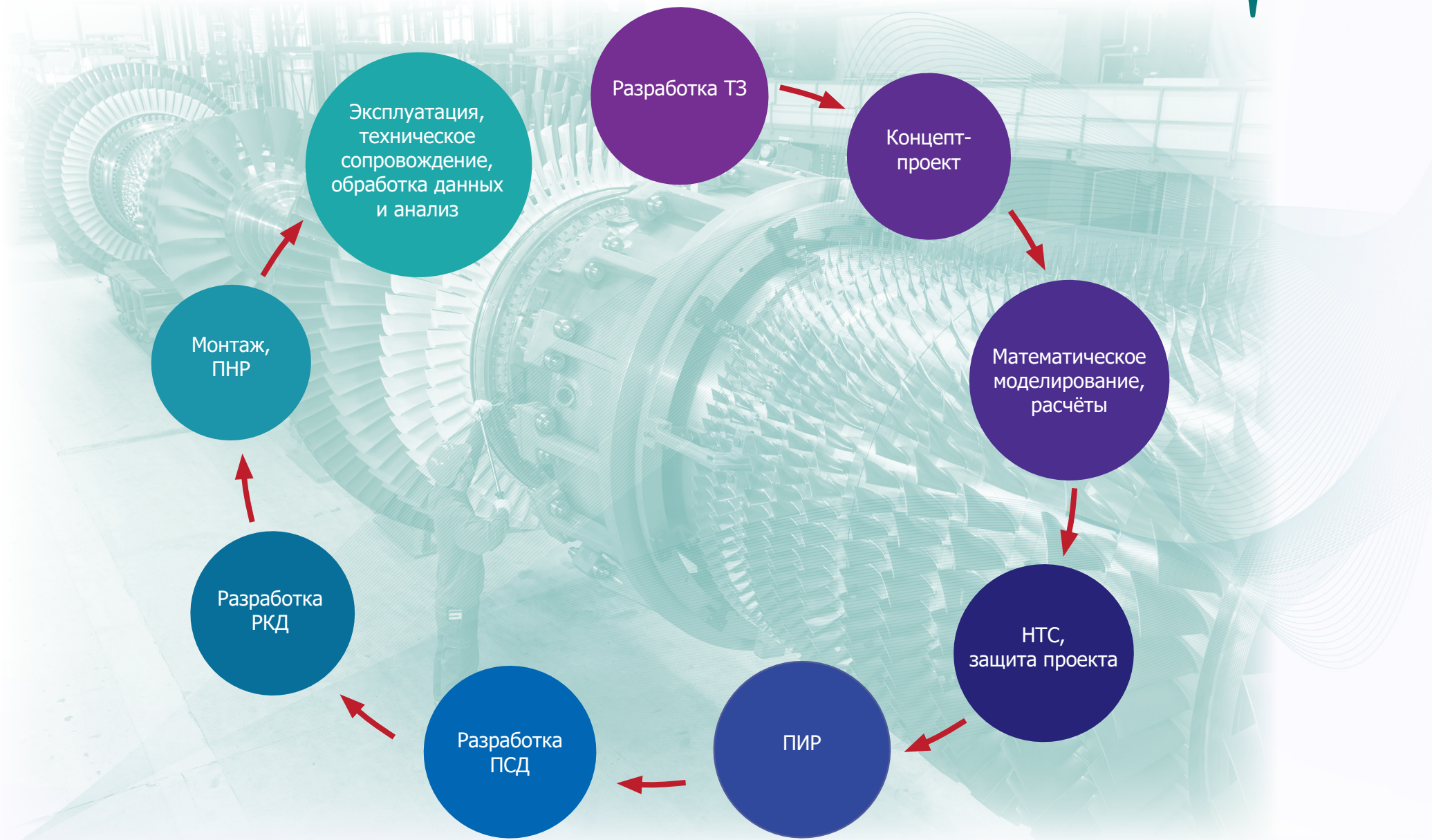


Анализ полученных
данных

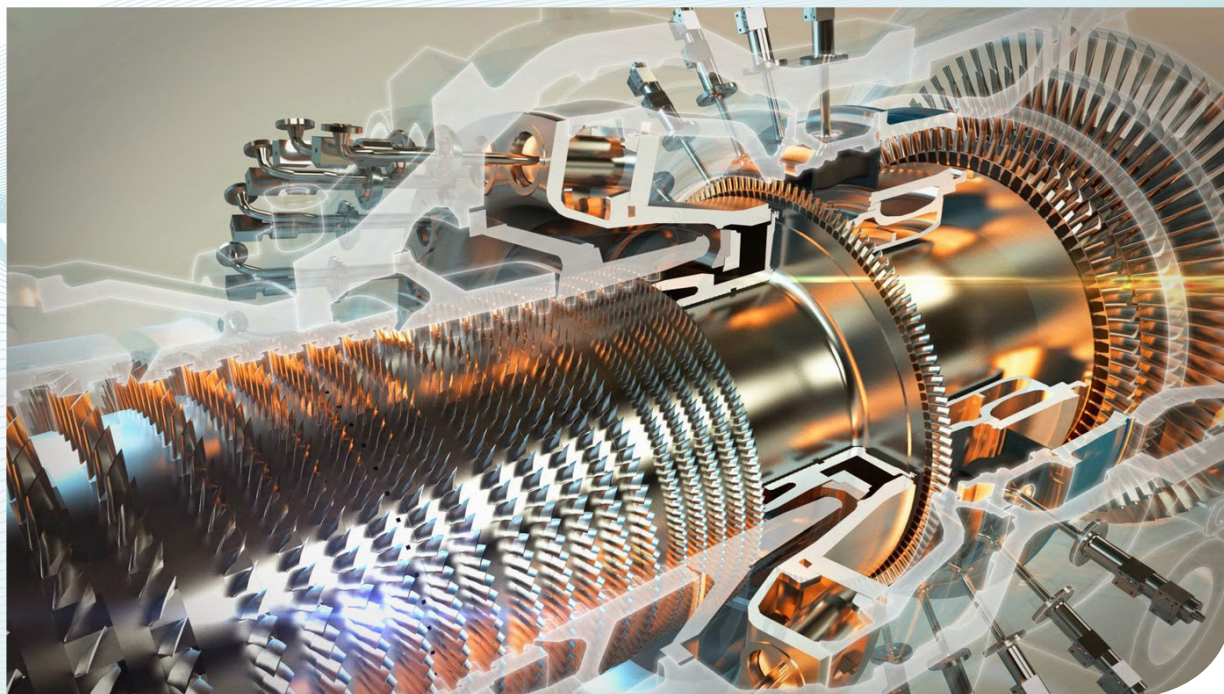


- Статический и динамический анализ
- Термомеханический анализ
- Усталость и ползучесть
- Механика разрушения и модальный анализ
- Вибрационный анализ

Наш цикл работы



Виды проводимых измерений



1. Тензоизмерения для анализа срока эксплуатации и вибрационных нагрузок лопаточного аппарата.
2. Измерение температуры рабочих частей ГТУ.
3. Измерения давления рабочего потока газа в различных сечениях ГТУ.
4. Тип-тайминг на основании дискретно-фазового метода (ДФМ).
5. Измерения радиальных зазоров лопаточного аппарата ступеней турбины.
6. Измерения абсолютных и относительных смещений корпуса и ротора.
7. Вибромониторинг стационарной части турбины.
8. Измерения крутящего момента для оценки срока эксплуатации ГТУ.

Наше измерительное оборудование



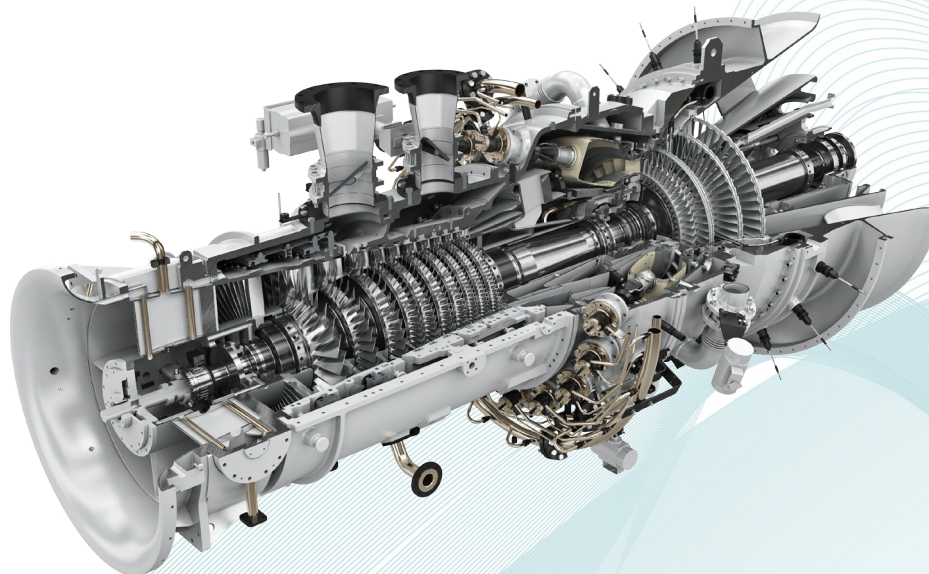
Прочностные испытания
(MIC-185)



Бортовые, стендовые,
распределенные системы сбора
данных (MIC-700, MIC-1150)



Специализированные подсистемы
(ЭДСУ, видео, САУ)



Сканеры
(MIC-170, MIC-140)



Бесконтактные средства
измерений (MIC-1500)



Бесконтактные измерения
колебаний лопаток
(MIC-1200)



Медленно меняющиеся
технологические параметры
(MIC-236)



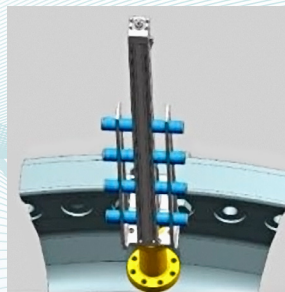
Быстро меняющиеся параметры
(MIC-553, MIC-355)



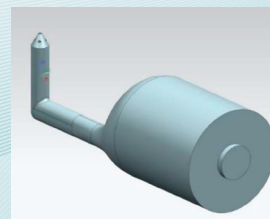
«МЕРА» – единственный в России разработчик и производитель данного оборудования.
В мире насчитывается не более 4-5 производителей аналогичного оборудования.



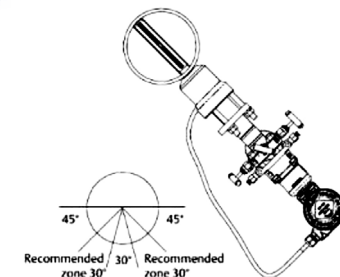
Наше измерительное оборудование



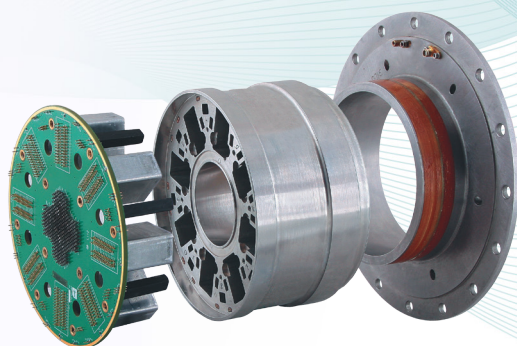
Перемещение



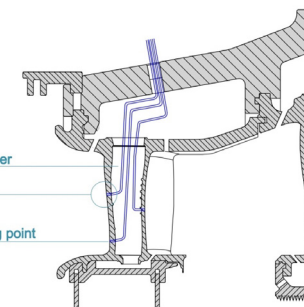
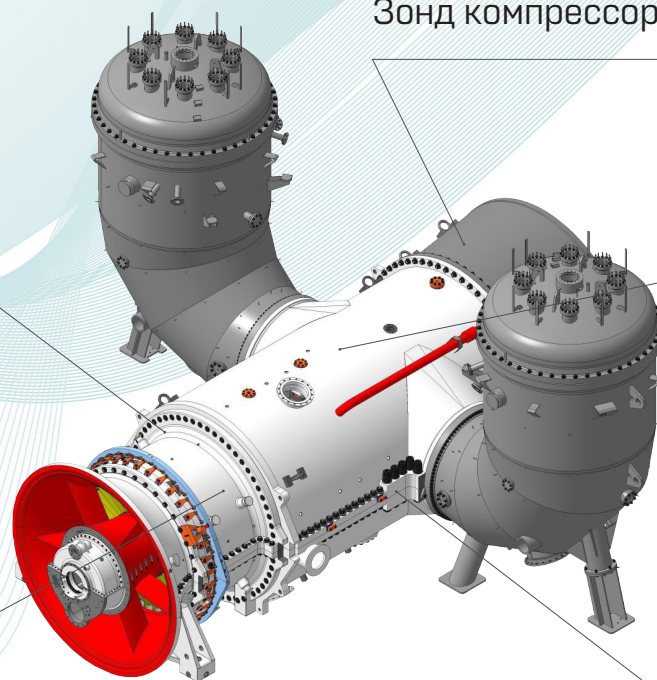
Зонд компрессора



Статический анализ
массового потока

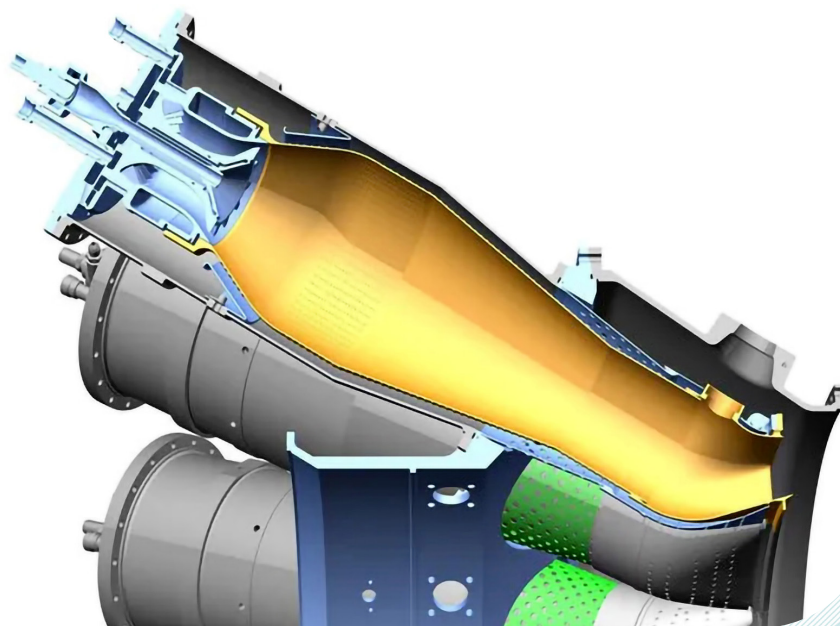


Роторная телеметрия



Температура лопаток,
элементов КС и турбины

Исследование малоэмиссионных камер сгорания



Главной задачей создания малоэмиссионных (с низким содержанием оксидов азота в выхлопных газах) камер сгорания (МЭКС) ГТД является обеспечение их надежной и эффективной работы в составе энергетических установок при одновременном выполнении эксплуатационных и энергетических требований, что существенно усложняет эту задачу.

Математические модели физических процессов горения в камерах сгорания газотурбинных двигателей должны быть идентифицированы по экспериментальным данным модельных и натуральных экспериментов камер сгорания различных типов, для чего проектируются и внедряются различные установки

для воспроизведения данных математического моделирования в локальных натуральных условиях.

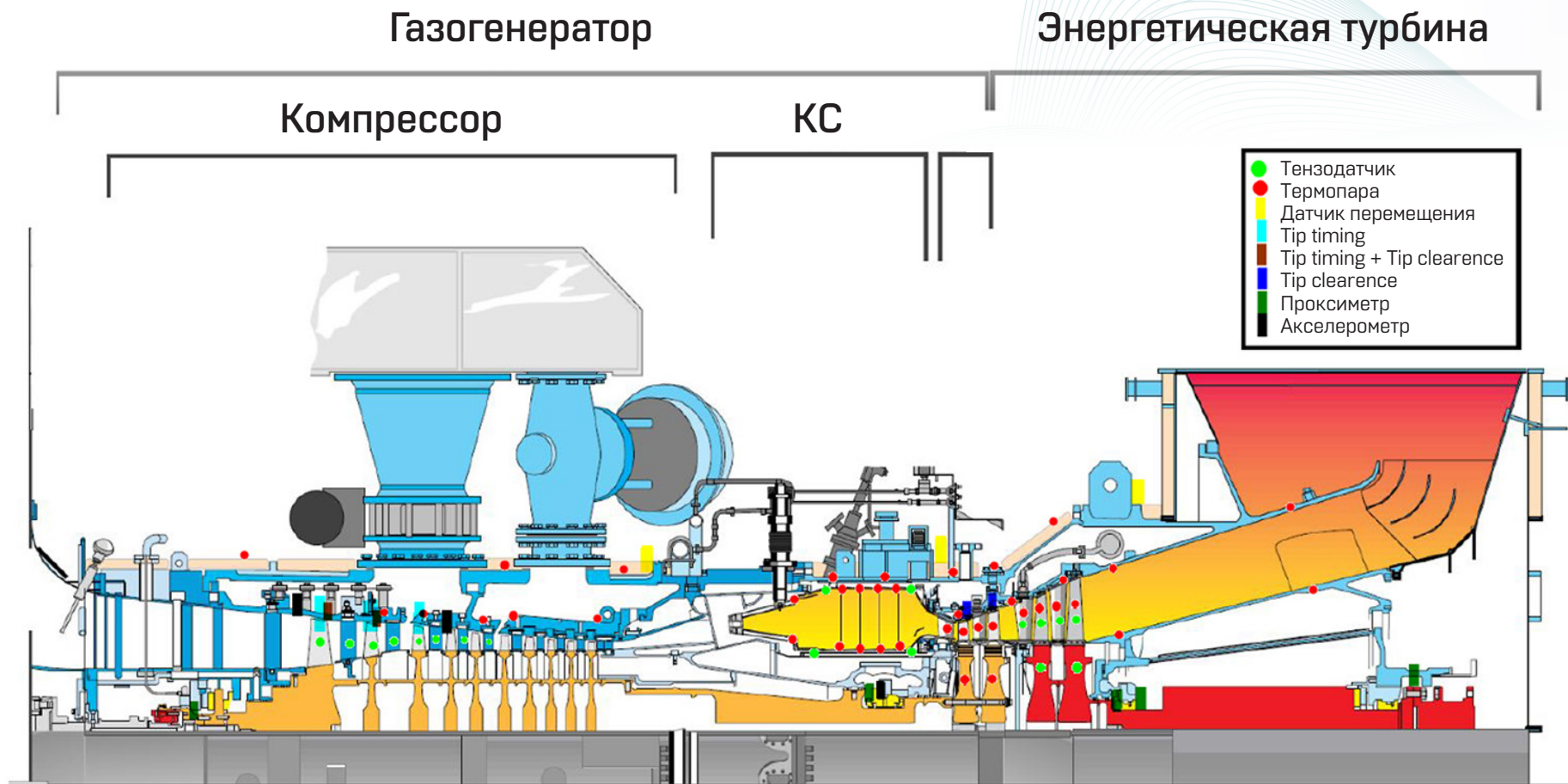
ГК «МЕРА» активно сотрудничает с организациями, занимающимися проектированием современных МЭКС, такими как АО «ОДК-Авиадвигатель» и ОАО «ВТИ». Возможность обеспечения комплексных экспериментальных исследований может существенно сократить время проектирования МЭКС.



Виды измерений

- Измерения полей давлений в проточной части с помощью механизированных траверс с многоточечными насадками давления, с определением неравномерности векторов скорости в различных сечениях ГТУ.
- Измерения статических и динамических напряжений статора и динамических напряжений элементов ротора на всех режимах работы ГТУ с применением радиотелеметрических систем.
- Измерения колебаний лопаток на отдельных ступенях ГТУ посредством дискретно-фазового метода.
- Измерения радиальных зазоров на отдельных ступенях ГТУ бесконтактным методом.
- Измерения температуры во всех частях статора посредством термопар. Применение термочувствительной краски на элементах камеры сгорания и турбинных лопатках.
- Измерение смещений корпуса турбины и ротора с помощью датчиков линейных перемещений.
- Измерения вибраций корпусов и опор подшипников посредством акселерометров.
- Измерение крутящего момента на валу.

Виды и места установки первичных преобразователей



Измерение температуры

MIC-140 – многоканальный прецизионный сканер для измерения температур при помощи термопар.



MIC-140

- 96 измерительных каналов
- Автоматическая компенсация температуры холодного спая. Встроенные датчики температуры холодного спая
- Типы термопар: R, S, B, J, T, E, K, N, A, L
- Погрешность измерения температуры компенсации холодного спая: $\pm 0,2$ °C
- Связь со станцией сбора данных по Ethernet
- Групповой разъем: питание, СЕВ, Ethernet
- Термостатированный корпус, рассчитанный на работу в жёстких условиях
- Рабочий диапазон температур: $-30 \dots +50$ °C
- Напряжение питания: 18 ... 36 В
- Габариты: 390 × 300 × 98 мм

Измерение давлений газов



MIC-170 – многоканальный сканер для измерения абсолютных и дифференциальных давлений сухих неагрессивных газов.



MIC-170

- 16 измерительных каналов
- Автоматическая компенсация температуры
- Тип пневморазъёмов: обжимные фитинги или быстроразъёмные соединения
- Диапазоны измерения давлений дифференциальных: 35 (5) ... 690 (100) кПа (psi)
- Связь со станцией сбора данных по Ethernet
- Пылебрызгозащищённый корпус (IP54)
- Рабочий диапазон температур: -30 ... +50 °C
- Напряжение питания: 18 ... 36 В
- Габариты: 241 × 89 × 89 мм



Измерение колебаний дискретно-фазовым методом (tip timing)

MIC-1200 – фазоизмерительный комплекс для контроля состояния лопаток бесконтактным дискретно-фазовым методом.



MIC-1200

- 16/24 входных каналов отметок событий
- Количество входных каналов ТТЛ уровня – 2
- Максимальный поток отметок – $250\,000\text{ сек}^{-1}$
- Диапазон измерения фазы – $0 \dots 360^\circ$
- Частотный диапазон измерений – $10 \dots 4000\text{ Гц}$
- Амплитудный диапазон сигнала отметчика – $0,002 \dots 2\text{ В}$
- Основная приведенная погрешность измерения частоты – $\pm 0,1\%$
- Связь со станцией сбора данных по Ethernet
- Напряжение питания: $18 \dots 36\text{ В}$
- Габариты: $138 \times 115 \times 240\text{ мм}$

Роторная телеметрия



MIC-1500 – многоканальная радиотелеметрическая система для проведения измерений посредством тензодатчиков и термопар на вращающихся узлах ГТУ.



- Количество каналов:
 - Тензо – 8 ... 64 (одиночные тензорезисторы)
 - Термо – 10 ... 80 (термопары типа К)
- Полоса пропускания (-0,5 дБ): 10 Гц ... 50 кГц
- Погрешность измерений:
 - Тензоканал – 0,5 %
 - Термоканал – 0,2 %
- Встроенные калибровочные шунты
- Перегрузка: до 40 000 g

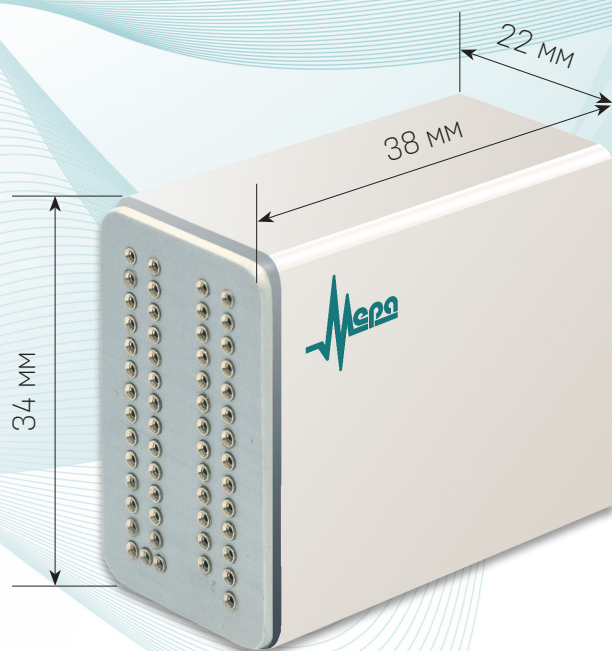


Многоканальная радиотелеметрическая система MIC-1500



Роторная телеметрия

Собранный и готовый к установке в ротор-держатель
измерительный модуль-передатчик MI-1500



MI-1500

- Частота: 1,2 ... 1,8 ГГц
- Скорость передачи: 30 Мбит/с
- Габариты: не более 38×34×22 мм
- Масса: не более 65 г

Рабочие условия эксплуатации

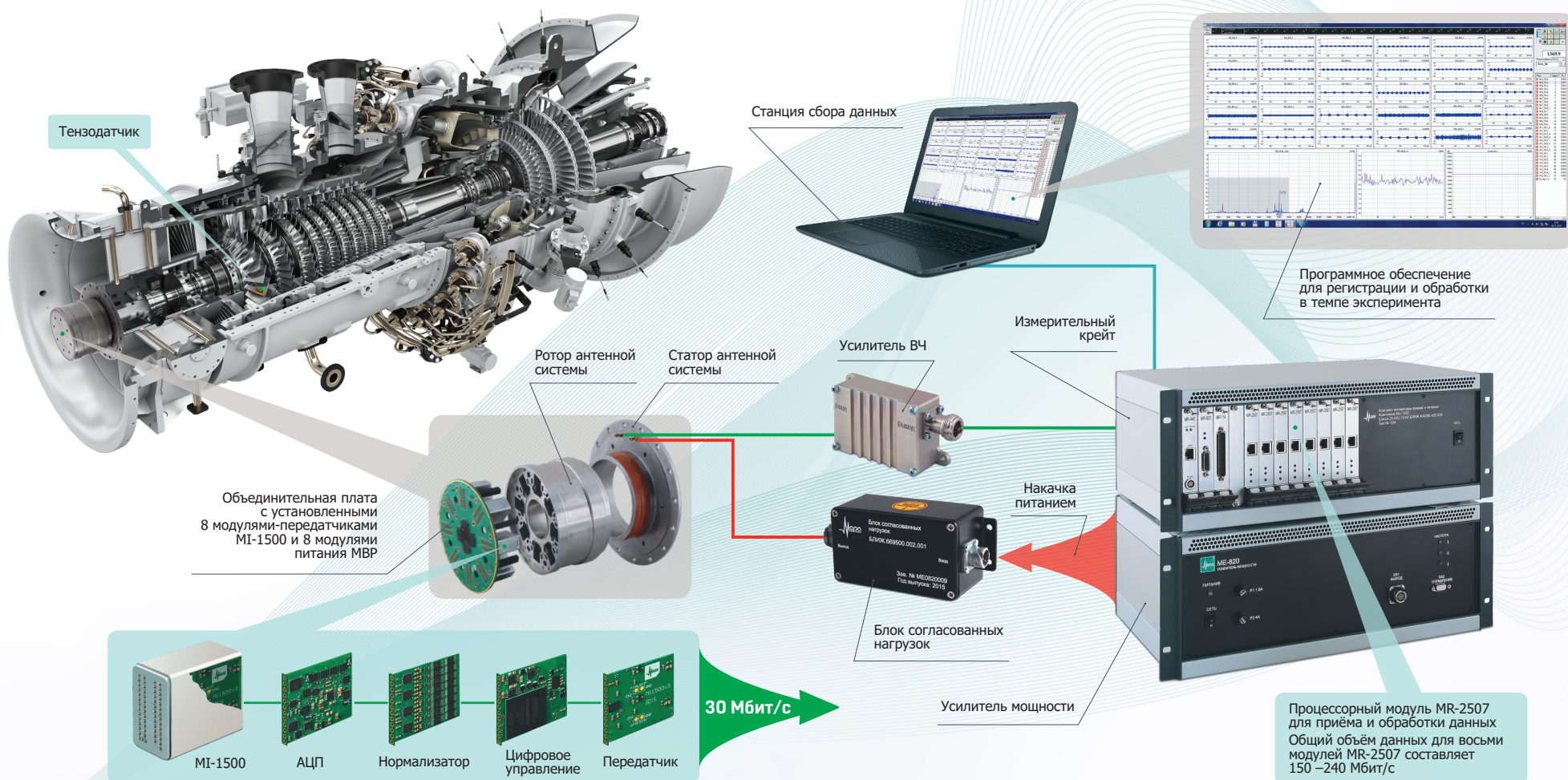
- Диапазон рабочих температур:
-40 ... +125 °С
- Частота вращения: до 18 000 об/мин
- Вибрации: до 150 g

Роторная телеметрия



Телеметрические передатчики имеют индуктивный источник питания, гарантирующий непрерывную работу в течение всего времени испытаний.

Индуктивный источник питания работает как трансформатор со стационарной и вращающейся обмоткой. Генератор питает систему обмоток.



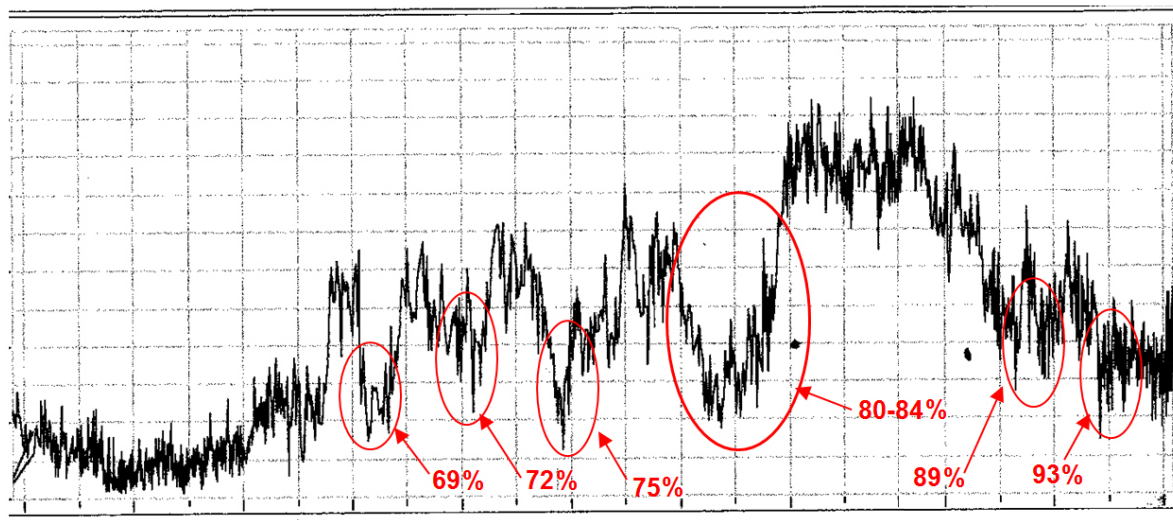
Структурная схема измерительного канала MIC-1500



Обработка и анализ результатов

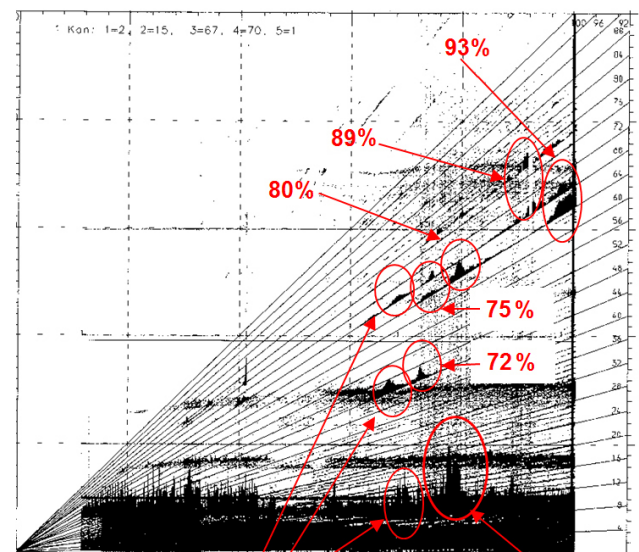
Используя необходимые методики, мы помогаем нашим клиентам провести обработку полученных данных и проанализировать результаты испытаний с применением специализированных алгоритмов нашего программного обеспечения: MR-300 и WinПОС.

Амплитуда пульсаций, мВ



Обороты ротора

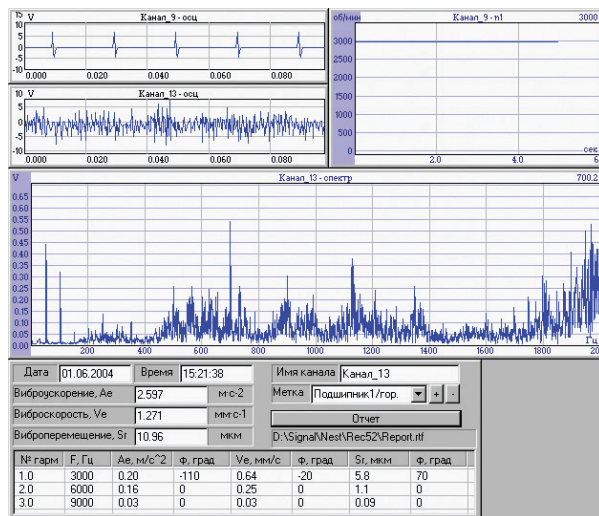
Частота



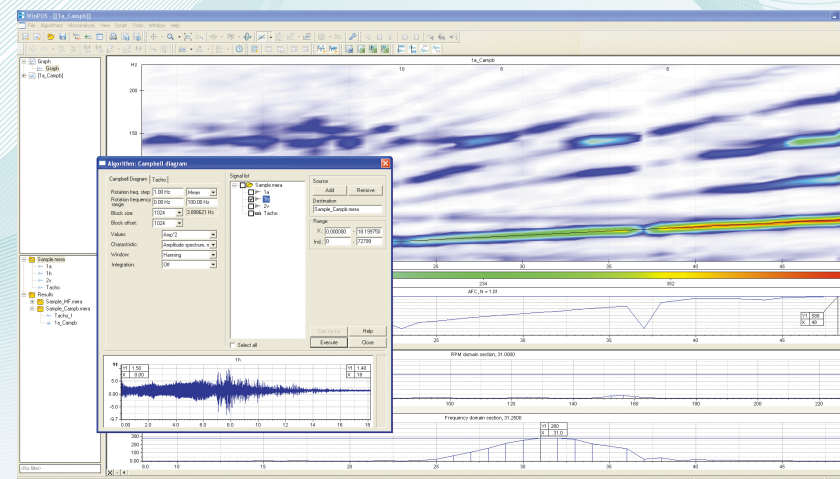
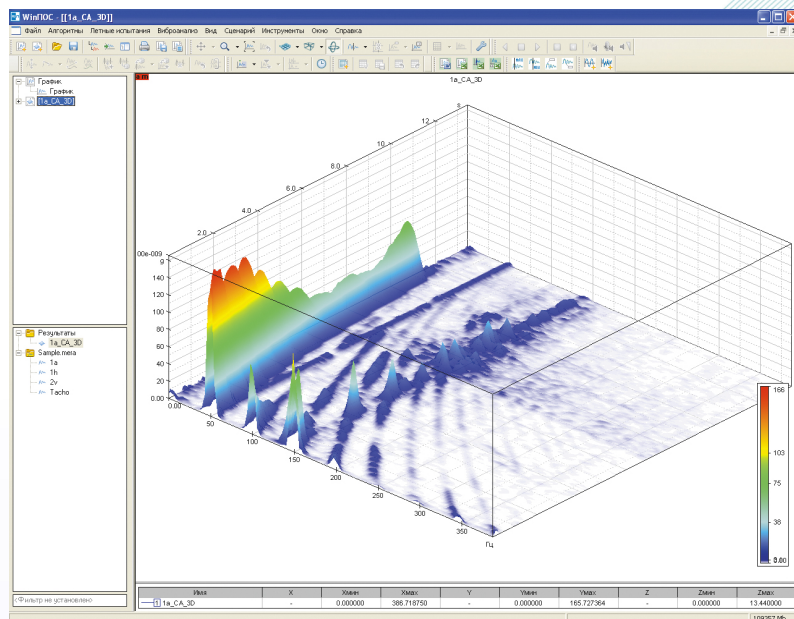
Обороты ротора

Результат измерений пульсации давления и представление результата обработки данных в форме диаграммы Кэмпбелла

Обработка и анализ результатов



Пример формуляра гармоник сигнала в программе MR-300



Пример построения трехмерного спектра сигнала и диаграммы Кэмпбелла в программе WinPOC

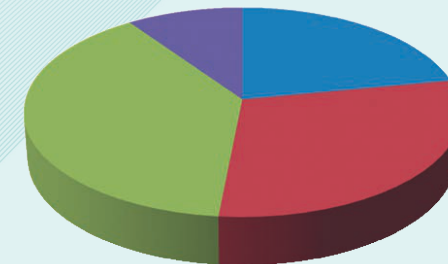


Мытищи
(Московская обл.)



Группа компаний «МЕРА» многие годы специализируется в обеспечении автоматизации систем измерения и управления испытаниями, оснащении испытательных стендов, поставке бортовых систем измерений.

Глубокое знание современных средств автоматизации в сочетании с владением технологией процесса испытаний позволяет группе компаний «МЕРА» выступать в качестве Центра компетенций в области обеспечения испытаний авиационной техники измерительными системами и средствами автоматизированного управления различного применения.



Более 250 сотрудников

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



120 внедрений в эксплуатацию в год. За 25 лет работы внедрено в эксплуатацию более 2100 крупных систем.



Более 250 заказчиков.
Более 30 – постоянных.



«МЕРА» входит в совет главных конструкторов по стартовому комплексу «Восточный-С».



Заключено соглашение о стратегическом партнёрстве между АО «ОДК» и НПП «МЕРА».



«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**