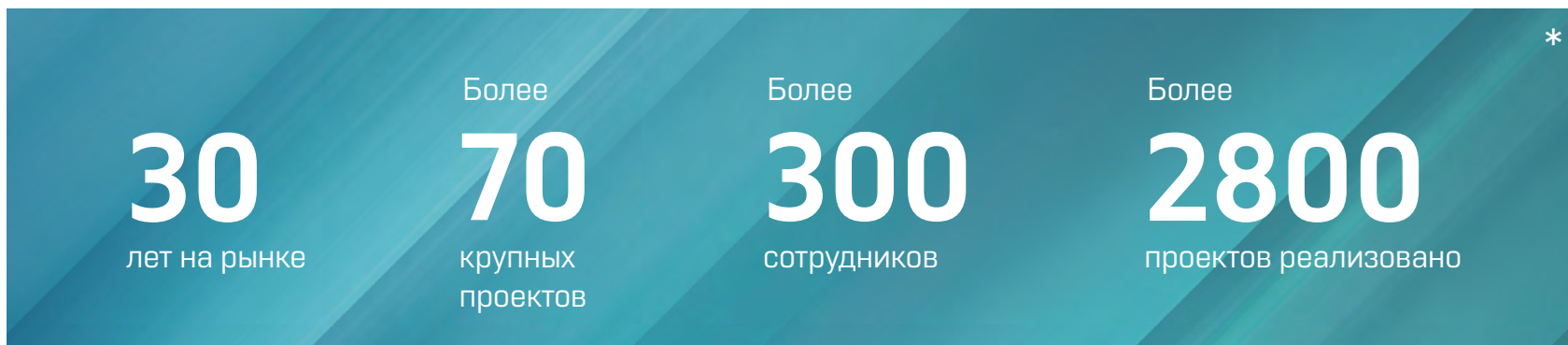


Современные стенды статических испытаний



О компании

MEPA – ведущая технологическая компания на территории РФ в области разработки, производства и внедрения систем испытаний и систем измерений



Направления деятельности



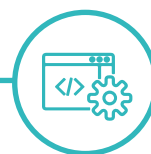
Разработка
стендовых систем
и испытательных
стендов "под ключ"



Разработка
систем
измерения



Проведение
статических
и прочностных
испытаний



Разработка
ПО для
испытаний



Приборостроение

* Данные на 2022 год

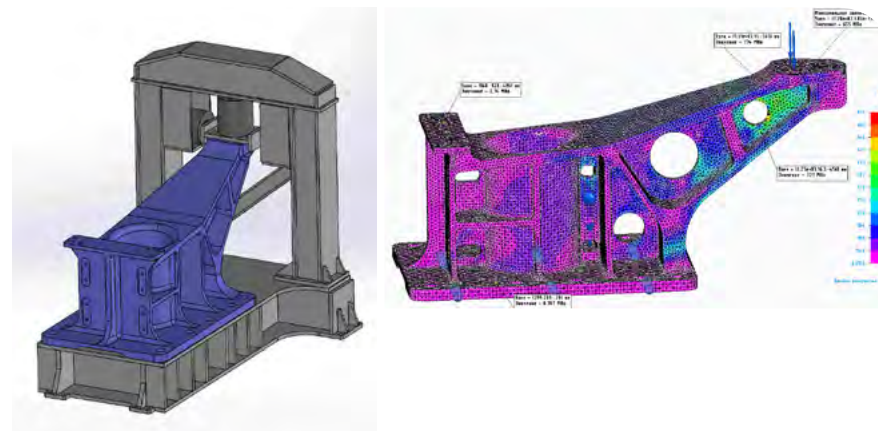
Управление проектами



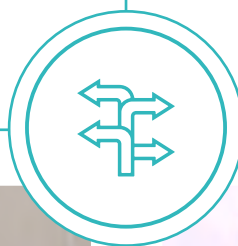
МЕРА. Направления деятельности



Стендовые комплексы с контролем прочностных и усталостных характеристик в процессе эксплуатации



Испытательные комплексы
Установки воспроизведения механических нагрузок и оценка их прочности



Установки воспроизведения комплексных нагрузок (температура, давление, вибрации, статическое нагружение)



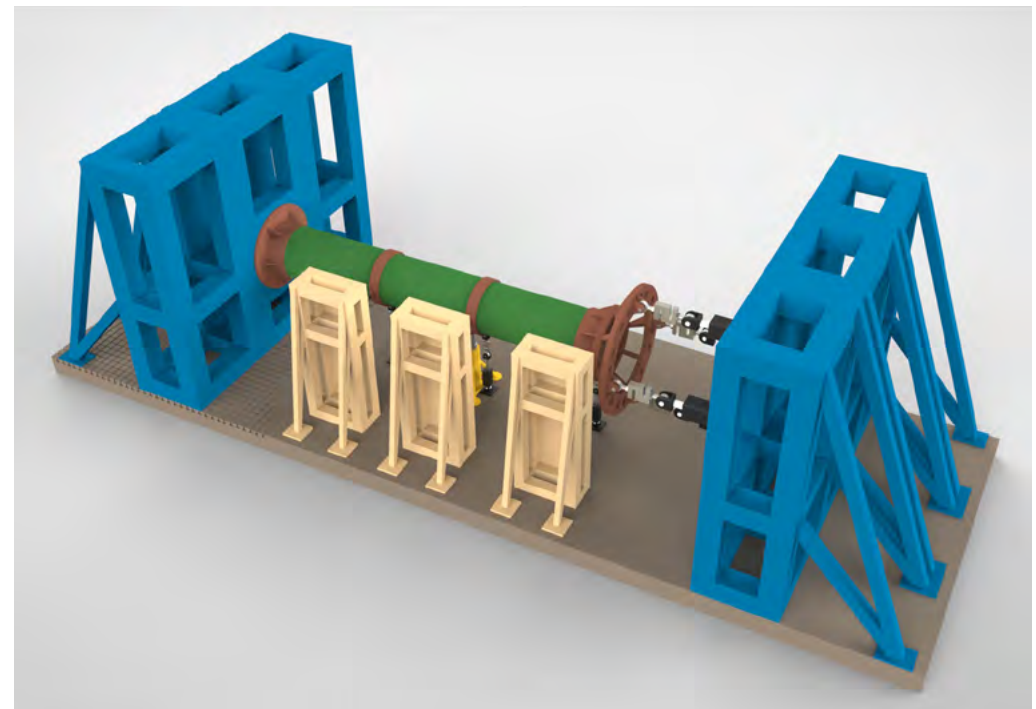
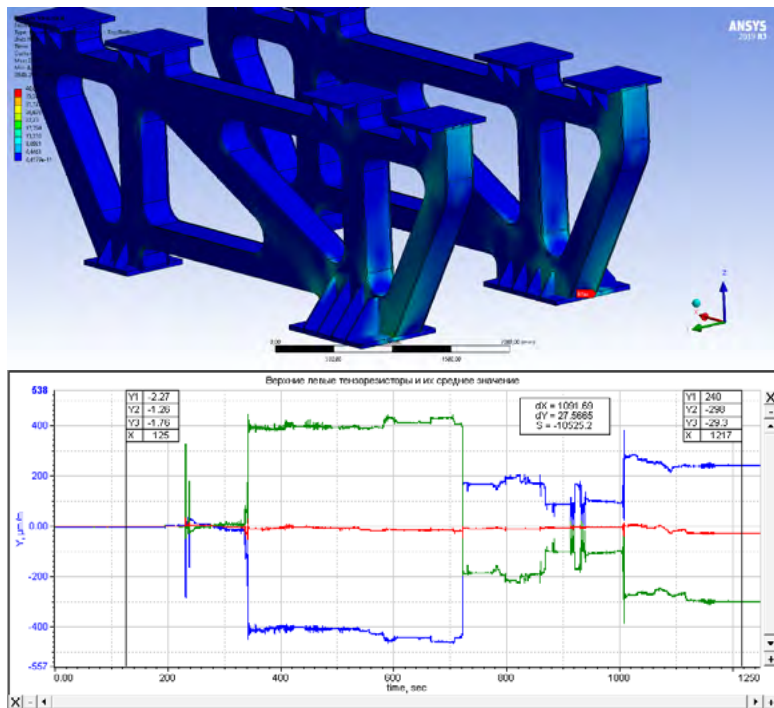
Залы статических испытаний

Стендовые статические испытания — неотъемлемый этап разработки нового изделия, механизма или конструктивного элемента.

ЦЕЛИ

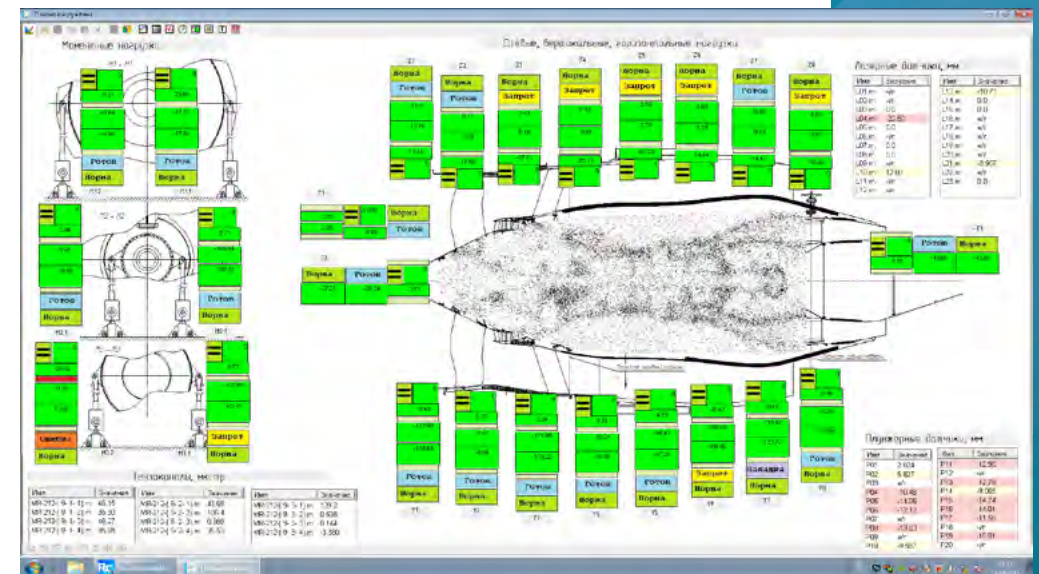
ВЕРИФИКАЦИЯ
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ НАПРЯЖЕННО-
ДЕФОРМИРОВАННОГО
СОСТОЯНИЯ

НАТУРНАЯ
ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ
ОТРАБОТКА ИЗДЕЛИЙ
И ИХ МОДЕЛЕЙ



Задачи

- ▶ Статические испытания натуральных конструкций, их агрегатов и частей осевыми силами, крутящими моментами и поперечными силами (горизонтальными и вертикальными)
- ▶ Циклические, в том числе ресурсные испытания
- ▶ Исследования напряженно-деформированного состояния конструкции с использованием методов натурной тензометрии, измерения перемещений, температур, давлений



- ▶ Проверка функционирования агрегатов и систем, в том числе нагруженной конструкции
- ▶ Комплексная демонстрация результатов испытаний во время проведения эксперимента
- ▶ Компьютерная обработка, детальный постэкспериментальный анализ и оформление результатов испытаний

МЫ РЕАЛИЗУЕМ ПРОЕКТЫ ПО СОЗДАНИЮ СОВРЕМЕННЫХ СТЕНДОВ ДЛЯ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С 2013 ГОДА

Квалификация и опыт наших специалистов позволяет выполнять весь комплекс работ, включая:

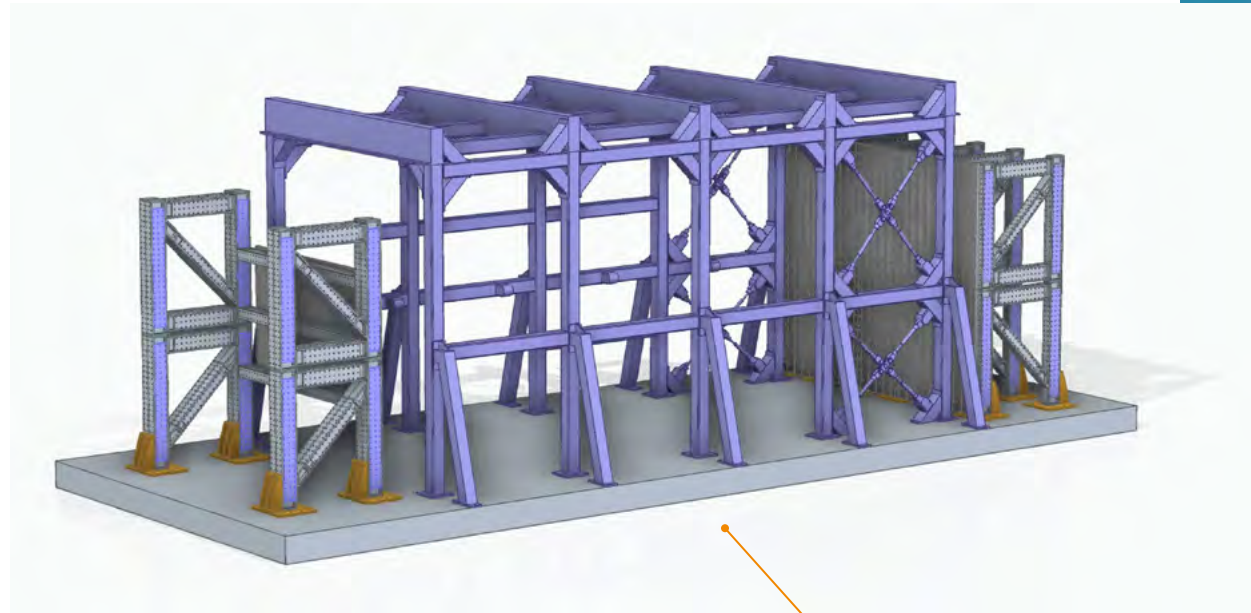
- ▷ разработку технического задания,
- ▷ технологическую компоновку и основные строительные решения стенда,
- ▷ проектирование и изготовление нестандартизированных узлов,
- ▷ подбор испытательного оборудования и технологических систем,
- ▷ разработку и изготовление программно-аппаратных комплексов информационно-измерительной системы и системы управления,
- ▷ монтажные и пуско-наладочные работы на объекте заказчика,
- ▷ обучение и технический инструктаж персонала Заказчика,
- ▷ непосредственное участие в испытаниях изделий.

Испытательный стенд передается Заказчику полностью смонтированным и готовым к эксплуатации. При этом используются комплектующие как собственной разработки, так и ведущих мировых производителей.



Состав стенда для статических испытаний

- СИСТЕМА КРЕПЛЕНИЯ
(СИЛОВАЯ РАМА)
- СИСТЕМА НАГРУЖЕНИЯ
С СИЛОПЕРЕДАЮЩЕЙ
ОСНАСТКОЙ
- СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
- ПОДСИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ
ДЕФОРМАЦИЙ
- СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ
ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
- СИСТЕМА ИЗМЕРЕНИЯ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПАРАМЕТРОВ

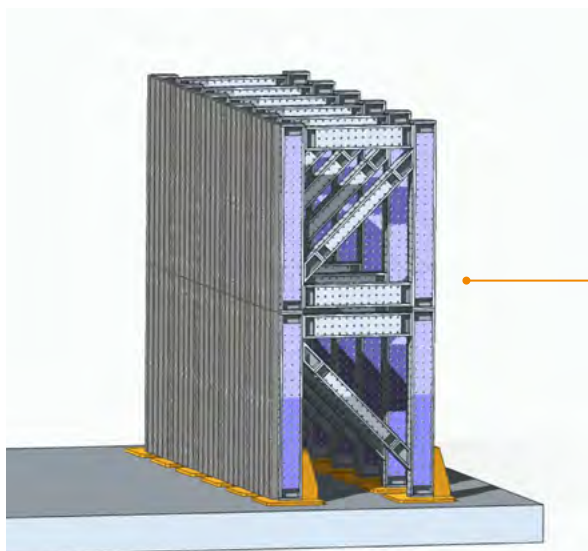
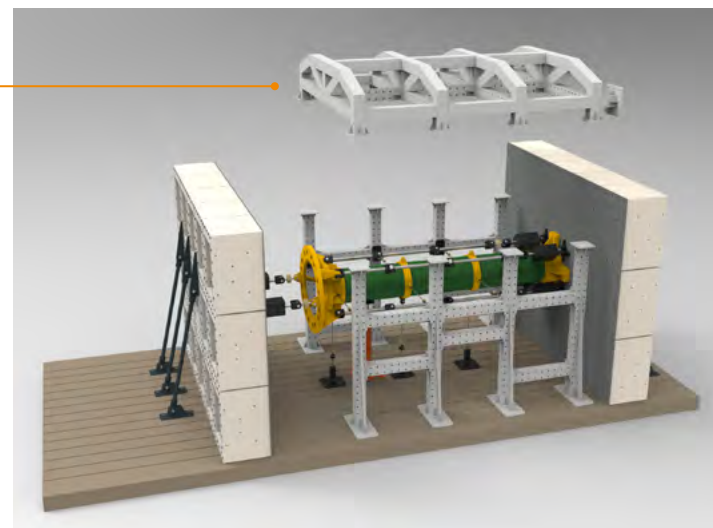


Модульная силовая рама

Представляет собой реконфигурируемую конструкцию, что позволяет адаптировать ее под испытания объектов различных размеров и форм.

Силовой потолок, портал

Представляет собой реконфигурируемую конструкцию, что позволяет использовать ее под испытание объектов различных размеров и форм.

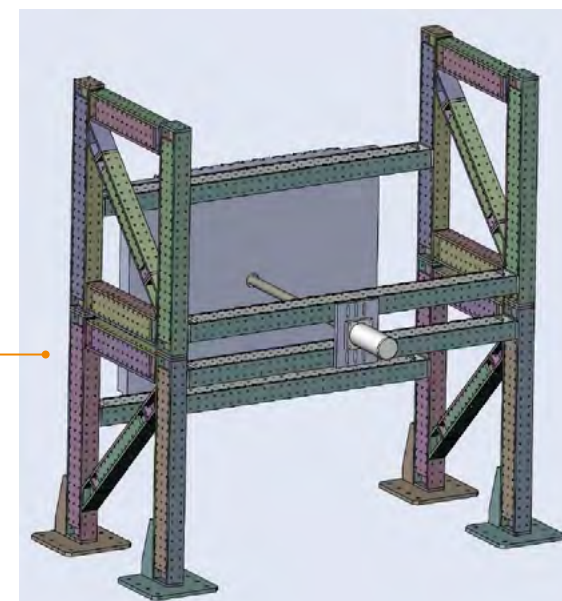


Основная стационарная силовая колонна

Обеспечивает точку привязки нагрузок изделия к конструкциям зала статических испытаний

Перемещаемая колонна

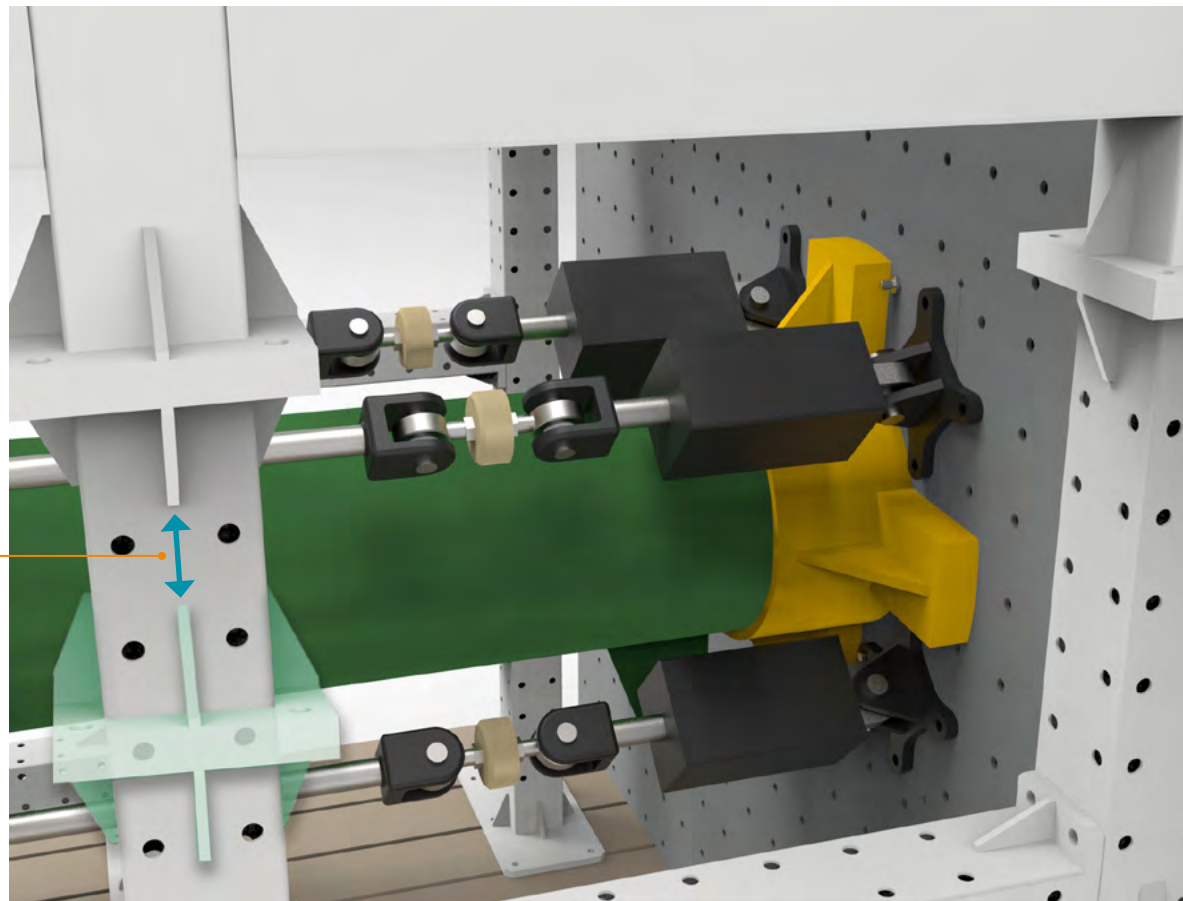
Элемент силовой конструкции стенда. Позволяет обеспечить локальные дополнительные нагрузки в произвольных точках



Система нагружения с силопередающей оснасткой

МОДУЛЬНАЯ, РЕКОНФИГУРИРУЕМАЯ СИСТЕМА, КОТОРАЯ ПОЗВОЛЯЕТ ОБЕСПЕЧИТЬ ПРАКТИЧЕСКИ ЛЮБОЕ ЗАДАННОЕ НАПРАВЛЕНИЕ ВЕКТОРА НАГРУЖЕНИЯ ИЗДЕЛИЯ.

Один из ключевых факторов данной оснастки – ее универсальность, позволяющая в течение короткого времени изменить направление вектора нагружения, провести натурные испытания любой точки плоскости изделия.



Система управления

ПОЗВОЛЯЕТ СОЗДАТЬ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ НАГРУЖЕНИЯ (N НАГРУЖЕНИЙ, СООТВЕТСТВУЮЩЕЕ КОЛИЧЕСТВО ОБРАТНЫХ СВЯЗЕЙ).

Система управления позволяет воспроизводить как единичные, так и серии нагрузок по заранее созданной циклограмме управления.

Позволяет учесть взаимозависимость актуаторов, отслеживая перемещения, а также критические значения нагружения.

Помимо возбуждения усилий система управления позволяет обеспечить контроль давлений (вакуумные насосы или компрессоры), температур (индукционные или другие нагреватели), создание вибринагрузок.



Шкафы силового управления

Система измерения деформации

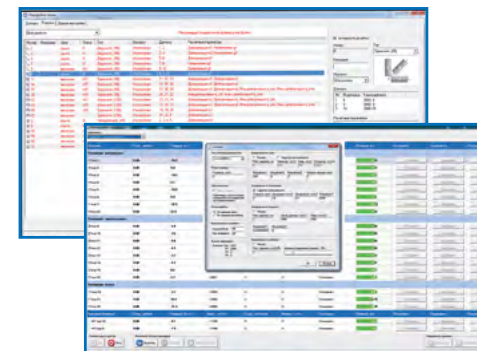
ПОЗВОЛЯЕТ ОЦЕНИТЬ СОСТОЯНИЕ ДЕФОРМИРУЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ ПО ДАННЫМ ТЕНЗОМЕТРИЧЕСКИХ ДАТЧИКОВ, РАЗМЕЩЕННЫХ НА ЭЛЕМЕНТАХ ИСПЫТЫВАЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ.

Поддерживаются все основные виды преобразователей: одиночный тензометр, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$, мост, тензорозетки различной конфигурации; поддерживаются различные виды термокомпенсации (одиночная, групповая).

Полоса анализа до 30 Гц (MIC-185), 200 Гц (MR-212).

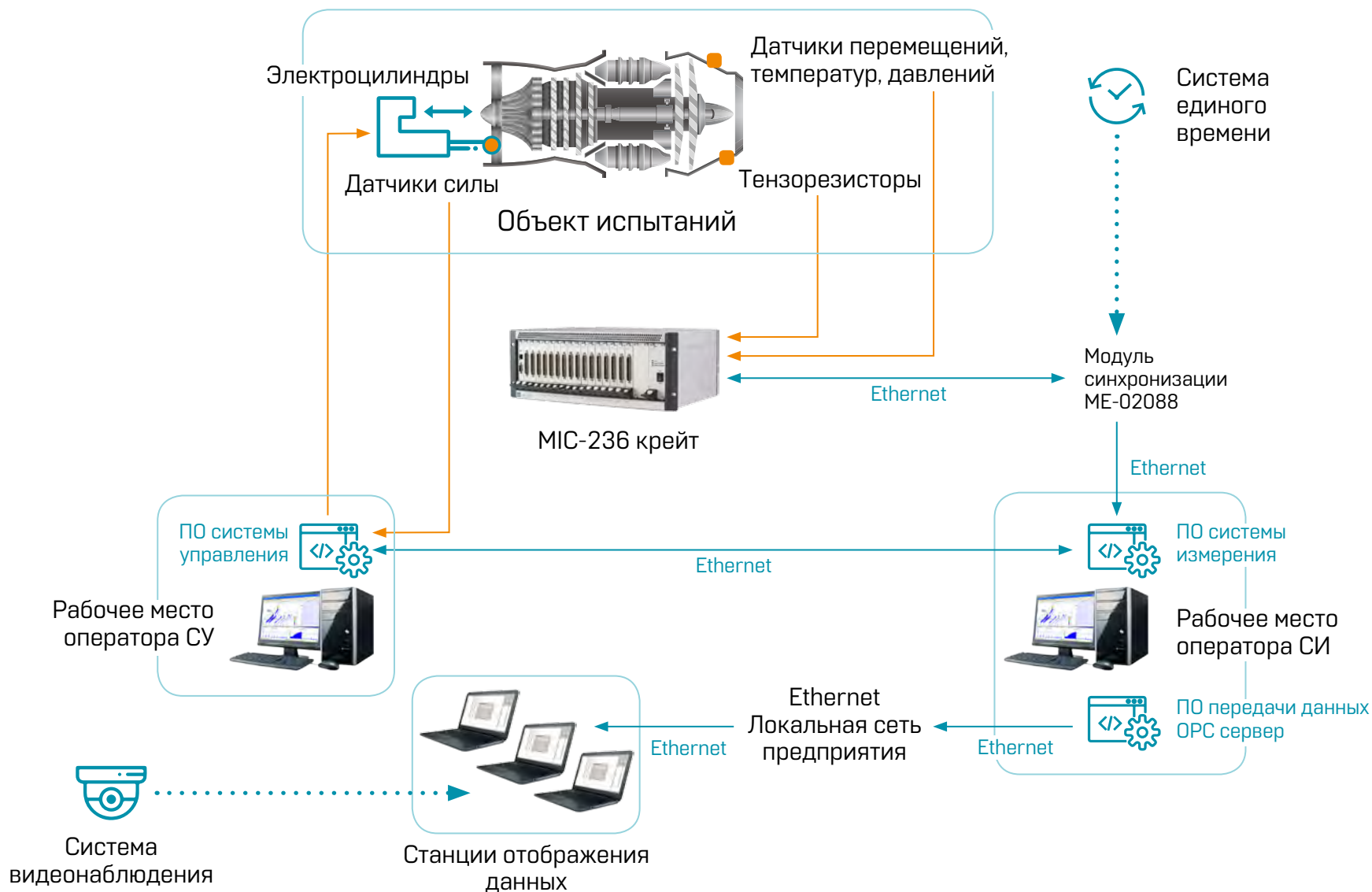
Система строится на базе цифровых, мобильных тензосканеров.

Данные по всем каналам синхронизированы, в том числе с параметрами системы управления.



Пультовая

Схема подсистем управления и измерения стенда статических испытаний на базе электро- или гидроцилиндров

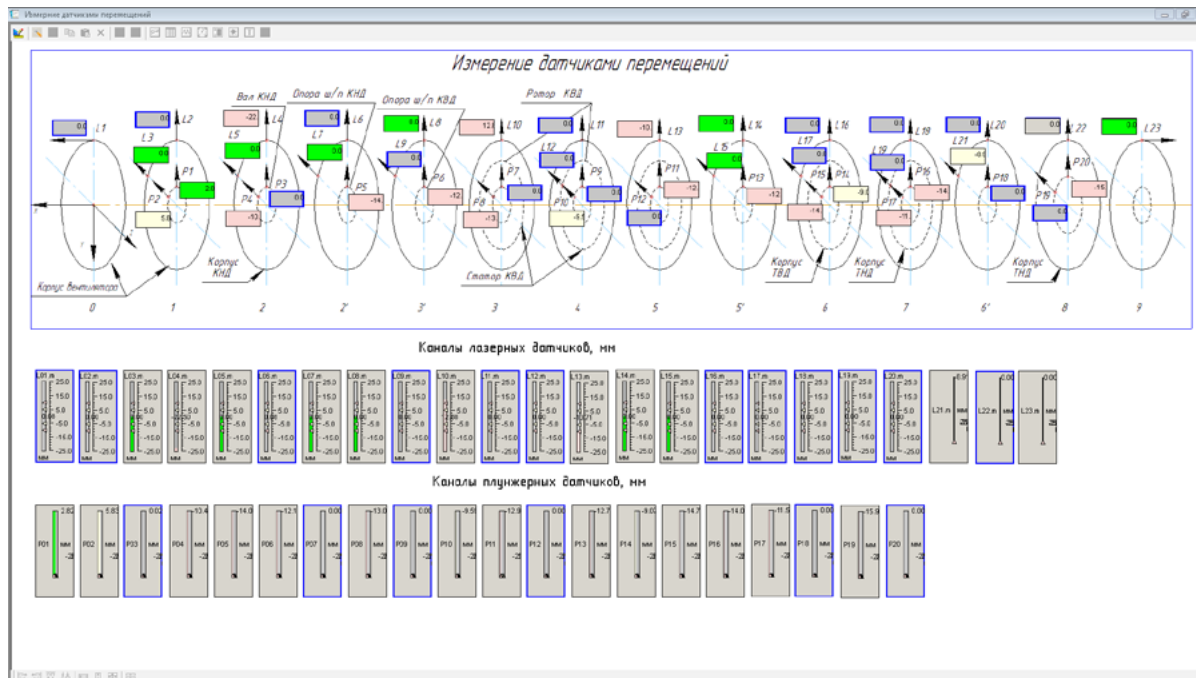


Система измерения перемещений

Взаимодействует совместно с системой измерения деформаций, позволяет определить линии перемещения точек измерения в процессе с использованием как механических, так и оптических методов.

Система измерения технологических параметров

Работает совместно с основными компонентами системы измерения и позволяет оценивать состояние технологических параметров, таких как температура, давление и др.

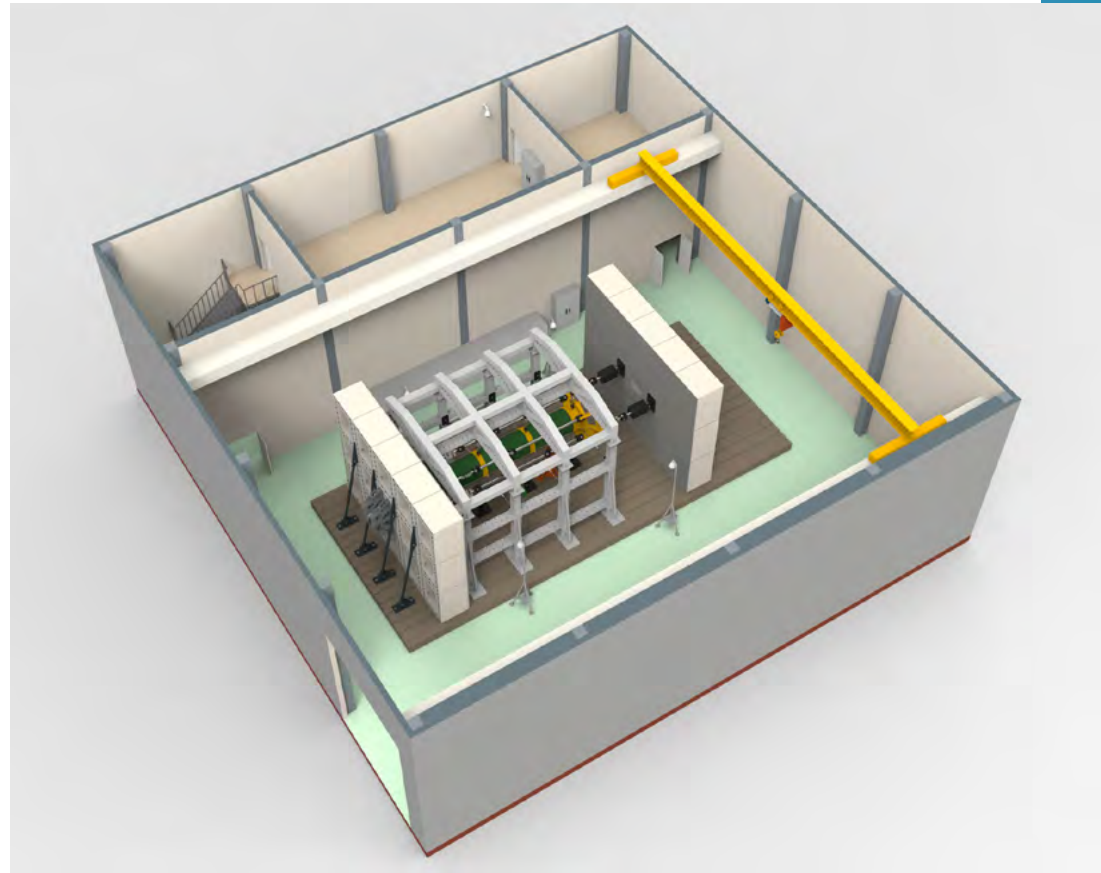


Пример реализации стенда статических испытаний

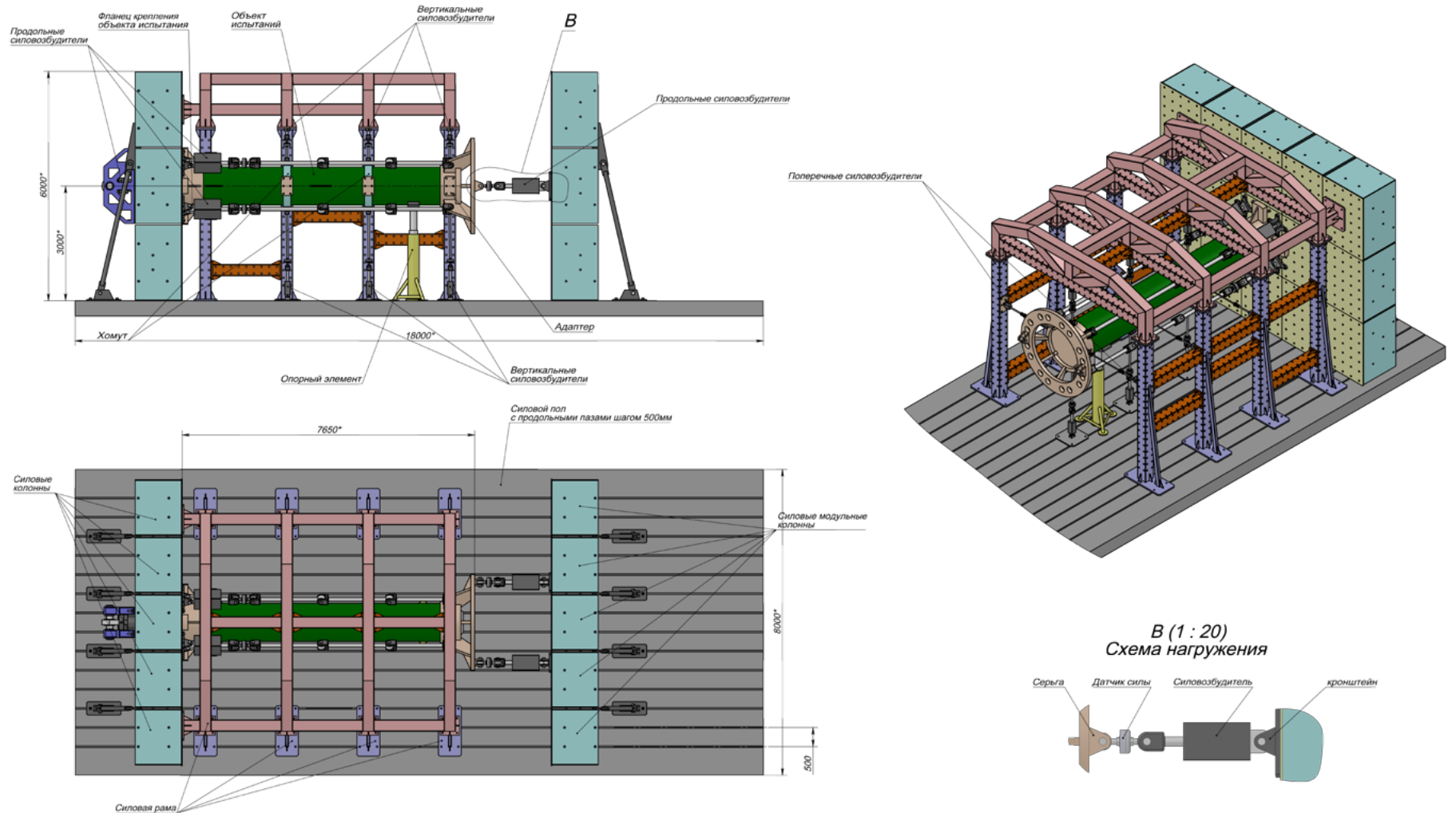
МЕРА РАЗРАБОТАЛА КОНЦЕПТ-ПРОЕКТ ЗАЛА СТАТИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ В СООТВЕТСТВИИ С ТРЕБОВАНИЯМИ ЗАКАЗЧИКА.

Задача

- исследование напряженно-деформированного состояния объекта испытаний и его составных частей при одновременном приложении статических нагрузок с минимальными допустимыми перемещениями опорных точек. Количество, направление нагружения и усилия нагружения определяются в каждом конкретном испытании программно-методикой испытаний;
- испытания на несущую способность объекта испытаний в целом и его составных частей;
- исследование напряженно-деформированного состояния объекта испытаний и его составных частей при локальном нагреве отдельных частей поверхности объекта испытаний.



Стенд статических испытаний



Конструкция стенда обеспечивает удобство монтажа испытуемых изделий и силовозбудителей. МЭРА реализовала на данном стенде принципы модульности конструкции.

Система крепления (силовая рама)

включает в состав вертикальные и горизонтальные балки, имеет крепление к силовому полу и предусматривает изменение геометрии для реализации различных схем нагружения, в том числе под любым углом к поверхности объекта испытаний.

Спроектирована автоматическая система нагружения для автоматической реализации требуемых режимов нагружения и регистрации данных о развиваемых в каждый момент времени усилиях.

Управление режимами работы системы нагружения производится централизованно с рабочего места оператора и с пульта местного управления при выполнении монтажных и пуско-наладочных операций.

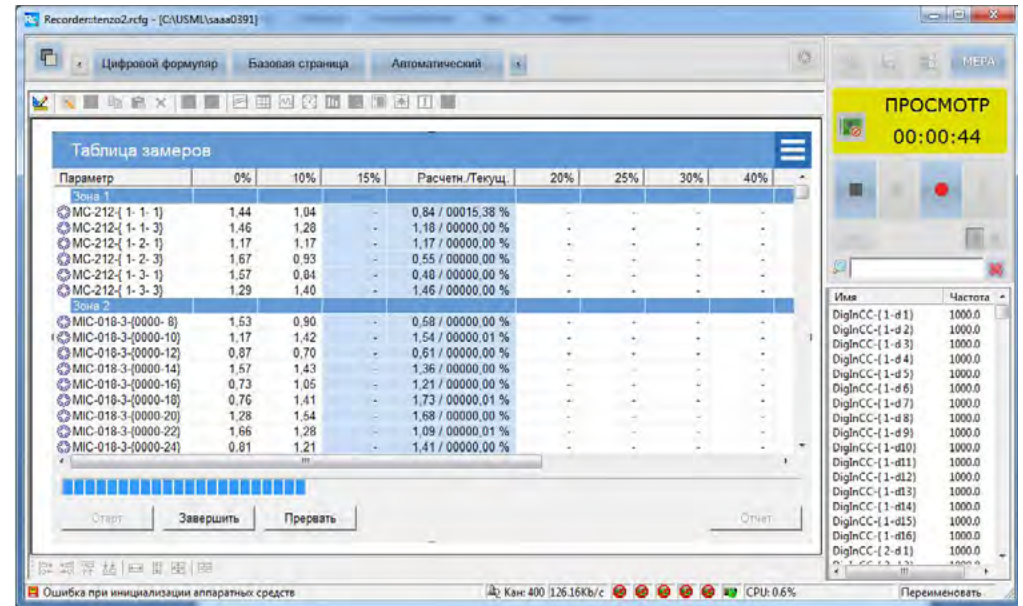
Основные требования к измерительным каналам приведены в таблице

Параметр	Значение
Кол-во каналов измерения деформации, шт.	более 200
Кол-во каналов измерения перемещений, шт.	более 60
Кол-во каналов измерения усилий, шт.	более 60
Кол-во каналов измерения суммарного усилия, шт.	1

Автоматизированная информационно-измерительная система

для измерения величин, их регистрации, хранения, постобработки и обеспечения последующего доступа к полученным ранее результатам.

Системы измерения и нагружения синхронизированы по всем каналам.

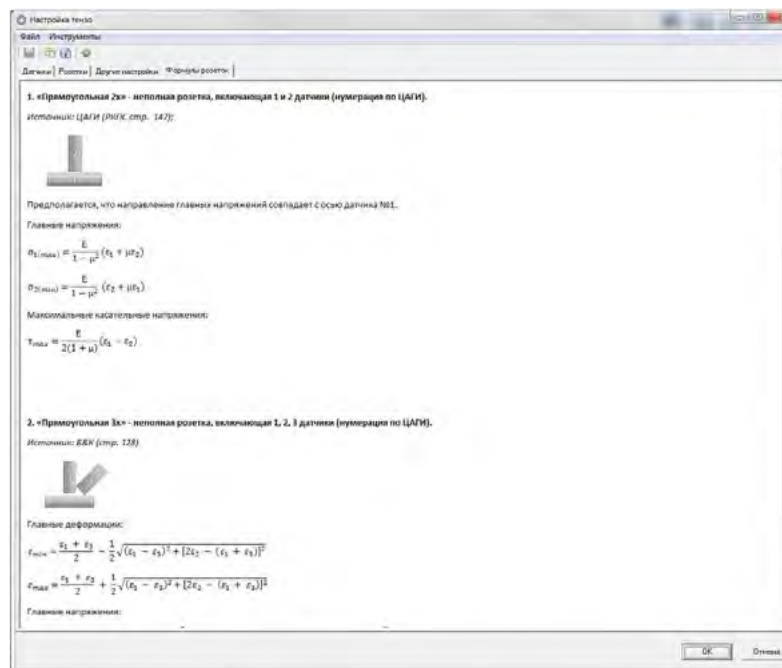
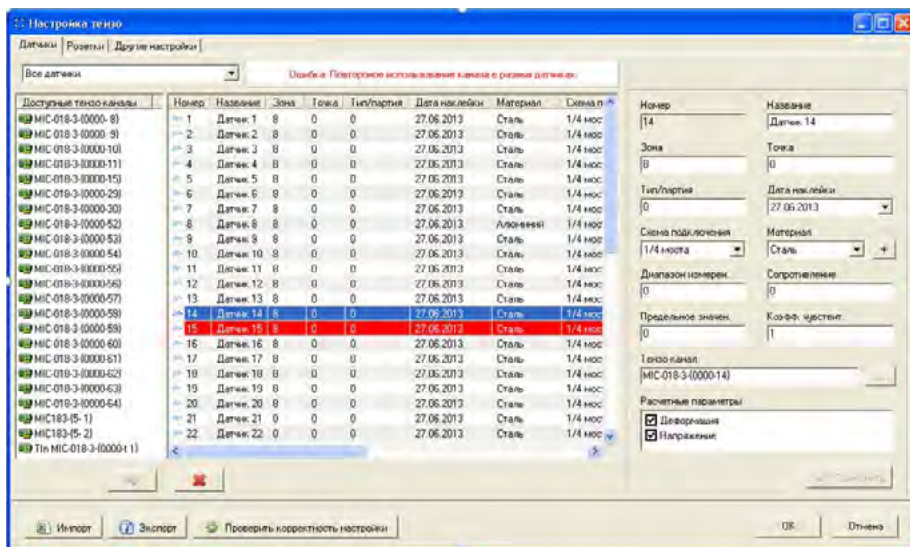
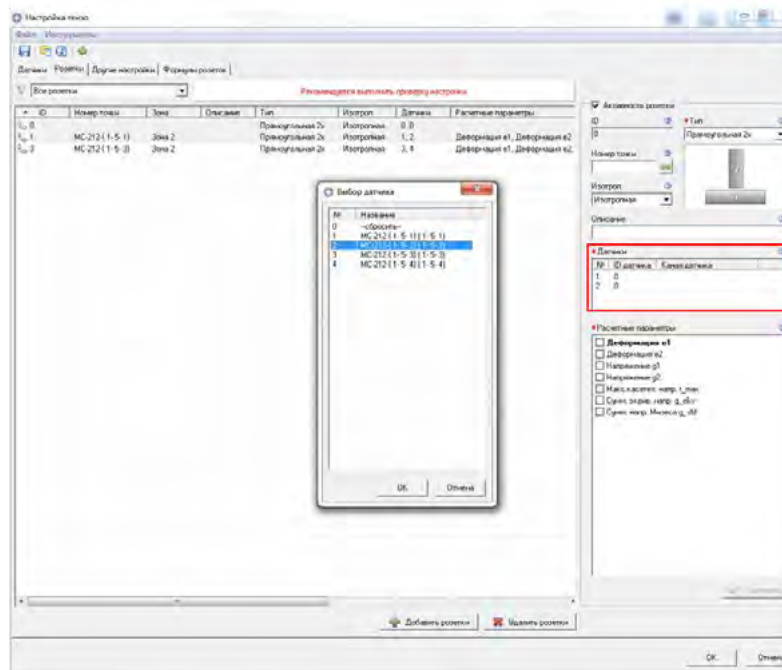


Мнемосхемы

для операторов создаются индивидуальные мнемосхемы с программными индикаторами и органами управления.

Система управления отлаживается и автоматизируется для минимизации обслуживающего персонала, чтобы испытания могли проводить один или два оператора.

Особую актуальность это приобретает при проведении непрерывных испытаний большой продолжительности.



Программное обеспечение

для УПРАВЛЕНИЯ СТЕНДАМИ ИСПОЛЬЗУЕТСЯ ПО RECORDER С НАДСТРОЙКОЙ "СИАМ"

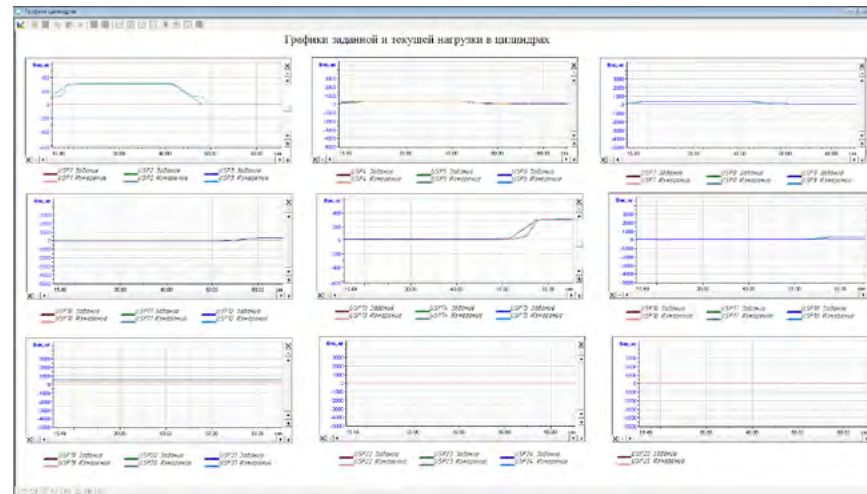
Специально для стендов статических испытаний к многофункциональному расширяемому программному продукту Recorder были добавлены плагины:

- «Нагрузка» – программное обеспечение настройки циклограмм управления нагружением
- «Тензо» – программное обеспечение настройки и расчёта параметров деформации и конфигурирования тензорозеток

Имя	Состояние*	Текущая нагрузка, кг	Заданное значение, кг	Коэффициент возврата**	Коэффициент удержания**	Текущая температура, °С	Тем. преграда, °С	Уровень заполнения, уровень, мм	Скорость деформации***	Скорость	Длина	Длина	Длина
УСИ 01	1,000	123,3	123,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	УСИ 01 ()	УСИ 01	УСИ 01	УСИ 01
УСИ 02 (Y5)	1,000	805,5	805,4	0,0	0,0	0,427	0,0	0,0	0,0	УСИ 02 (Y5)	УСИ 02	УСИ 02	УСИ 02
УСИ 03	2,000	-98,0	-98,4	0,0	0,0	4,232	0,0	0,0	0,0	УСИ 03 ()	УСИ 03	УСИ 03	УСИ 03
УСИ 04 (Y4)	2,000	-37,65	-38,02	0,0	0,0	4,486	0,0	0,0	0,0	УСИ 04 (Y4)	УСИ 04	УСИ 04	УСИ 04
УСИ 04 (Y3)	2,000	-175,4	-175,4	0,0	0,0	5,139	0,0	0,0	0,0	УСИ 04 (Y3)	УСИ 04	УСИ 04	УСИ 04
УСИ 06 (Y2)	2,000	7,100	7,500	0,0	0,0	6,187	0,0	0,0	0,0	УСИ 06 (Y2)	УСИ 06	УСИ 06	УСИ 06
УСИ 07 (Y1)	2,000	-134,9	-134,6	0,0	0,0	10,68	0,0	0,0	0,0	УСИ 07 (Y1)	УСИ 07	УСИ 07	УСИ 07
УСИ 08 ()	2,000	42,58	42,38	0,0	0,0	7,406	0,0	0,0	0,0	УСИ 08 ()	УСИ 08	УСИ 08	УСИ 08
УСИ 09 ()	1,000	5,000	5,055	0,0	0,0	-69,63	0,0	0,0	0,0	УСИ 09 ()	УСИ 09	УСИ 09	УСИ 09
УСИ 10 ()	2,000	-0,569	-0,510	0,0	0,0	14,42	0,0	0,0	0,0	УСИ 10 ()	УСИ 10	УСИ 10	УСИ 10
УСИ 11 ()	1,000	2,400	2,373	0,0	0,0	14,14	0,0	0,0	0,0	УСИ 11 ()	УСИ 11	УСИ 11	УСИ 11
УСИ 12 (Y5)	1,000	2,231	2,231	0,0	0,0	67,23	0,0	0,0	0,0	УСИ 12 (Y5)	УСИ 12	УСИ 12	УСИ 12
УСИ 13 (Y4)	1,000	0,0338	0,145	0,0	0,0	-72,17	0,0	0,0	0,0	УСИ 13 (Y4)	УСИ 13	УСИ 13	УСИ 13
УСИ 14 (Y3)	1,000	6,010	5,066	0,0	0,0	-69,71	0,0	0,0	0,0	УСИ 14 (Y3)	УСИ 14	УСИ 14	УСИ 14
УСИ 15 (Y2)	2,000	-1,570	-1,274	0,0	0,0	17,46	0,0	0,0	0,0	УСИ 15 (Y2)	УСИ 15	УСИ 15	УСИ 15
УСИ 16 (Y1)	2,000	-23,10	-22,95	0,0	0,0	0,919	0,0	0,0	0,0	УСИ 16 (Y1)	УСИ 16	УСИ 16	УСИ 16
УСИ 17 ()	1,000	134,0	134,1	0,0	0,0	-59,72	0,0	0,0	0,0	УСИ 17 ()	УСИ 17	УСИ 17	УСИ 17
УСИ 18 ()	2,000	-17,94	-17,72	0,0	0,0	23,06	0,0	0,0	0,0	УСИ 18 ()	УСИ 18	УСИ 18	УСИ 18
УСИ 19 ()	2,000	-106,9	-107,1	0,0	0,0	5,112	0,0	0,0	0,0	УСИ 19 ()	УСИ 19	УСИ 19	УСИ 19
УСИ 20 (Y1)	2,000	-46,04	-46,04	0,0	0,0	2,346	0,0	0,0	0,0	УСИ 20 (Y1)	УСИ 20	УСИ 20	УСИ 20
УСИ 21 (Y2)	2,000	2,140	2,140	0,0	0,0	-0,930	0,0	0,0	0,0	УСИ 21 (Y2)	УСИ 21	УСИ 21	УСИ 21
УСИ 22 ()	2,000	10,29	10,67	0,0	0,0	0,461	0,0	0,0	0,0	УСИ 22 ()	УСИ 22	УСИ 22	УСИ 22
УСИ 23 ()	1,000	-101,7	-101,7	0,0	0,0	0,750	0,0	0,0	0,0	УСИ 23 ()	УСИ 23	УСИ 23	УСИ 23
УСИ 24 ()	2,000	11,44	11,52	2,000	0,0	-4,878	0,0	0,0	0,0	УСИ 24 ()	УСИ 24	УСИ 24	УСИ 24
УСИ 25 ()	2,000	-40,68	-39,61	0,0	0,0	-2,720	0,0	0,0	0,0	УСИ 25 ()	УСИ 25	УСИ 25	УСИ 25

Функции ПО системы нагружения

- ▶ Автоматизированное управление гидро- или электродоцилиндрами с обратной связью от датчиков силы
- ▶ Автоматизированное управление системами масло- и водоснабжения
- ▶ Аварийная защита по циклограмме выхода на безопасный режим в тех случаях когда требуется автоматическая остановка стэнда
- ▶ Экстренная остановка стэнда с полным обесточиванием
- ▶ Передача данных о технологических параметрах стэнда в ПО верхнего уровня



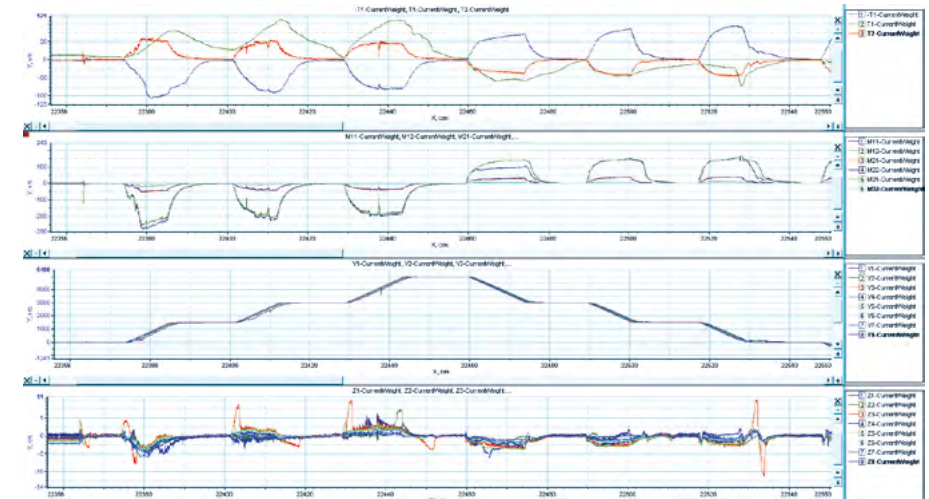
Программа автоматического режима

Планировка		Группировка										Тип			
		Группировка по расположению										Связанная по этапам			
Этап	Мак. давление	200.01	200.02	200.03	200.04	200.05	200.06	200.07	200.08	200.09	200.10	200.11	200.12	200.13	200.14
Свойства нагрузки		Средняя (Средняя) (Средняя) (Средняя) (Средняя)					Вертикаль (Вертикаль) (Вертикаль) (Вертикаль) (Вертикаль)					Полное (Полное) (Полное)			
1	Усилие, кг	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
	Время выдержки, с	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Скор. напр., кг/с	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
2	Усилие, кг	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
	Время выдержки, с	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Скор. напр., кг/с	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
3	Усилие, кг	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800
	Время выдержки, с	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Скор. напр., кг/с	50	-100	50	-100	50	-100	50	-100	50	-100	50	-100	50	-100
4	Усилие, кг	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Время выдержки, с	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Скор. напр., кг/с	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
5	Усилие, кг	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500	1200	1500
	Время выдержки, с	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Скор. напр., кг/с	55	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
6	Усилие, кг	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
	Время выдержки, с	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Скор. напр., кг/с	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
7	Усилие, кг	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
	Время выдержки, с	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Скор. напр., кг/с	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100

Start Pause Stop

Функция ПО системы измерения

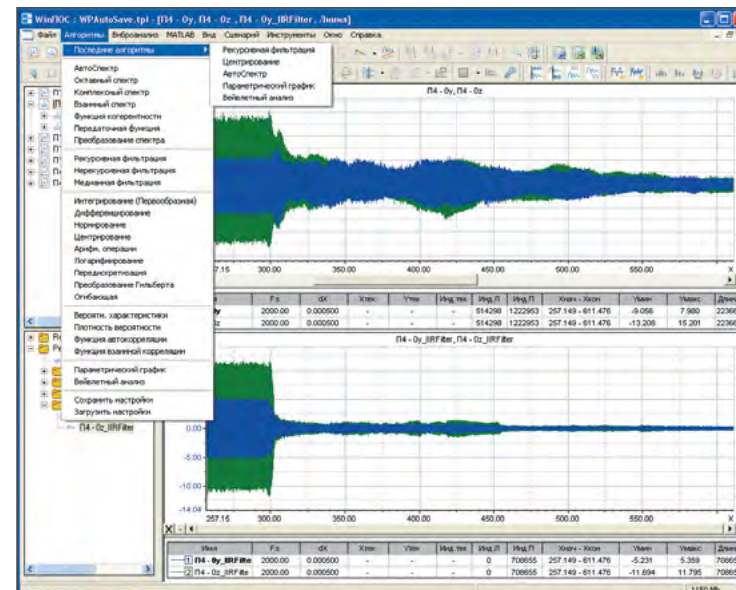
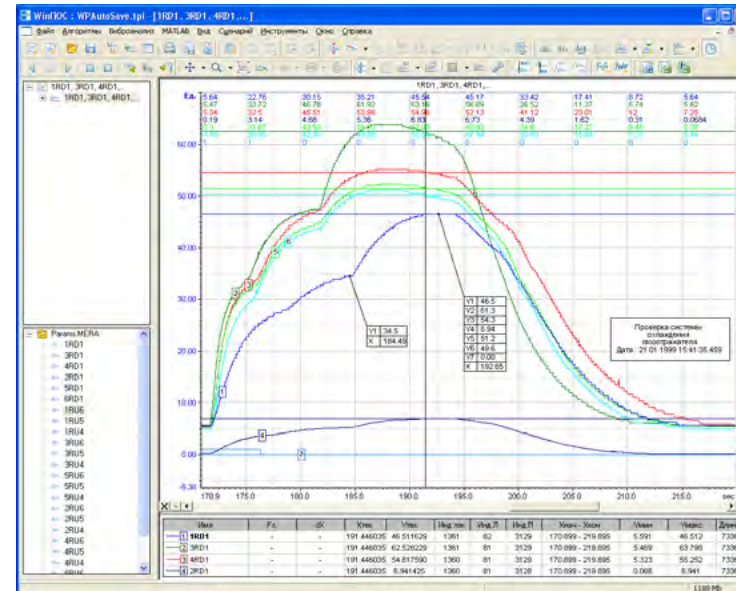
- ▷ Обмен данными с системой нагружения
- ▷ Графическое отображение хода испытаний
- ▷ Формирование базы данных испытаний
- ▷ Платформа ПО верхнего уровня – регистрация данных, калибровка каналов, создание электронной конфигурации стенда, создание скриптов и мнемосхем (посредством ПО Recorder)
- ▷ Обмен данными с внешними системами



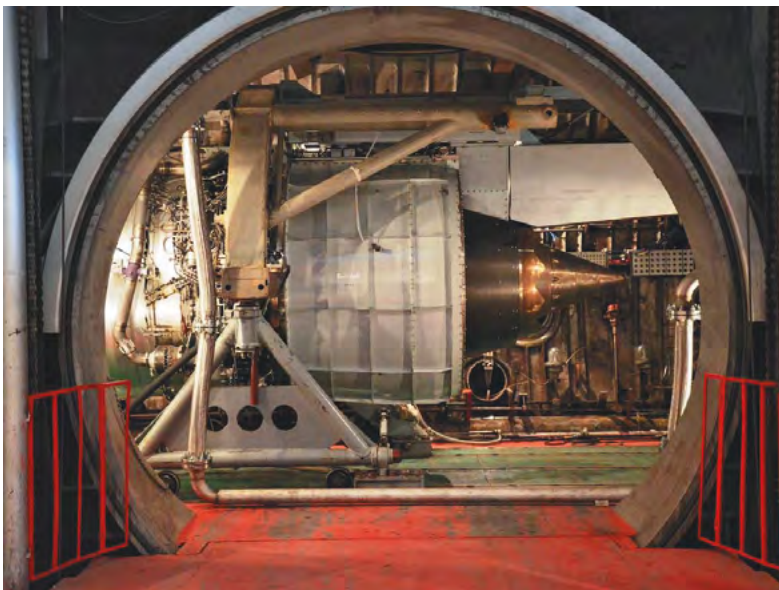
Программное обеспечение WinПОС

ОБРАБОТКА ПОЛУЧЕННЫХ В ХОДЕ ИСПЫТАНИЙ ДАННЫХ ПРОИЗВОДИТСЯ СРЕДСТВАМИ ПАКЕТА ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ WINПОС PROFESSIONAL.

При математической обработке имеется возможность расчета нормальных касательных напряжений по показаниям как одиночных тензорезисторов, так и тензорозеток (двух- или трехэлементных). Возможно проведение линейного сглаживания и аппроксимации эмпирических данных по каждому измерительному каналу.



Модернизация стендов статических испытаний



МЕРА УСПЕШНО РЕАЛИЗОВАЛА ПРОЕКТ ПО МОДЕРНИЗАЦИИ АСУ ТП СТЕНДА Ц1-А ФАУ "ЦИАМ ИМ. П. И. БАРАНОВА", ВКЛЮЧАЮЩИЙ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ ИСПЫТАНИЙ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ПЕРЕООРУЖЕНИЕ И РЕКОНСТРУКЦИЮ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО СТЕНДА.

Стенд предназначен для выполнения научно-исследовательских, доводочных и сертификационных испытаний воздушно-реактивных двигателей в наземных и высотно-скоростных условиях.



Испытания проводились в установившихся и переходных режимах работы изделий и стенда, а также в режимах, имитирующих условия полёта летательных аппаратов (ЛА) по траектории и на различных ее участках.

На стенде могут испытываться элементы силовых установок, ЛА и другой техники.

Система измерения для статических испытаний крупногабаритных высоконагруженных изделий

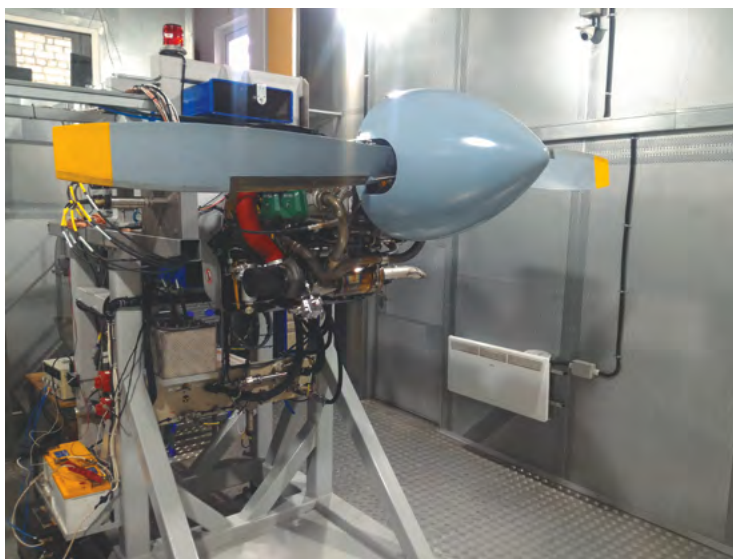
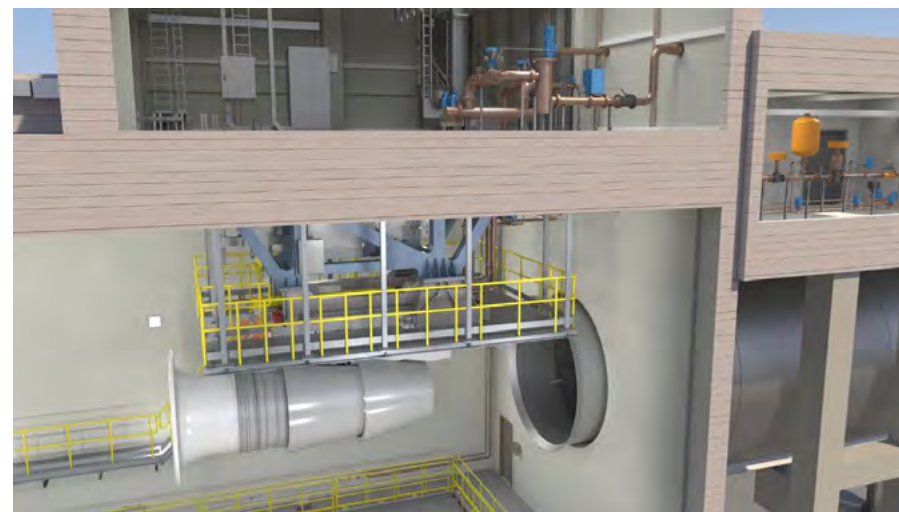


Информационно-измерительный комплекс тензометрии "МЕРА-4000"



Производительность сегодня*

2 полноразмерных
стенда в год



3–5 стендов испытаний
двигателей малой
авиации



20–25
ИИС и АСУТП

* Данные на 2022 год

«МЕРА»

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

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