



Силоизмерительные  
системы для  
авиационных  
двигателей





Разработка и создание:

- испытательных стендов (совместно с ОАО «ГИПРОНИИАВИАПРОМ»);
- силоизмерительных систем для авиационных двигателей.

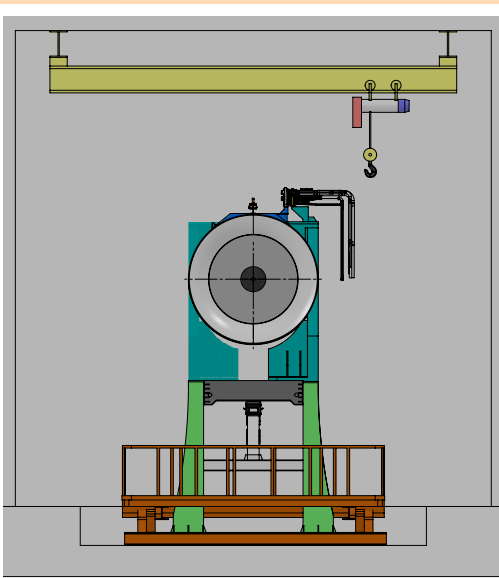




Группа компаний «МЕРА» разрабатывает и производит различные типы силоизмерительных систем (СИС), предназначенных для определения силы от тяги авиационных двигателей с тягой до 35 тс.

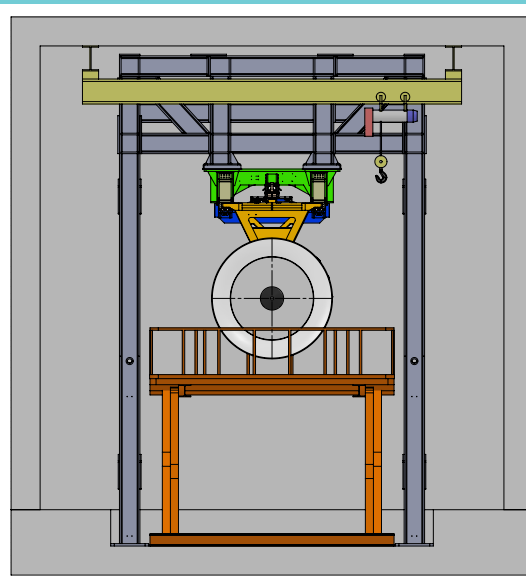
Мы предлагаем три модификации СИС:

# 1



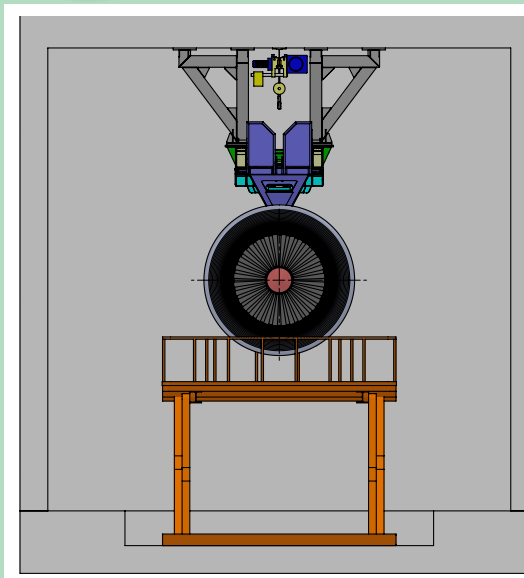
с нижним расположением силоизмерительного станка (СМ-3035)

# 2



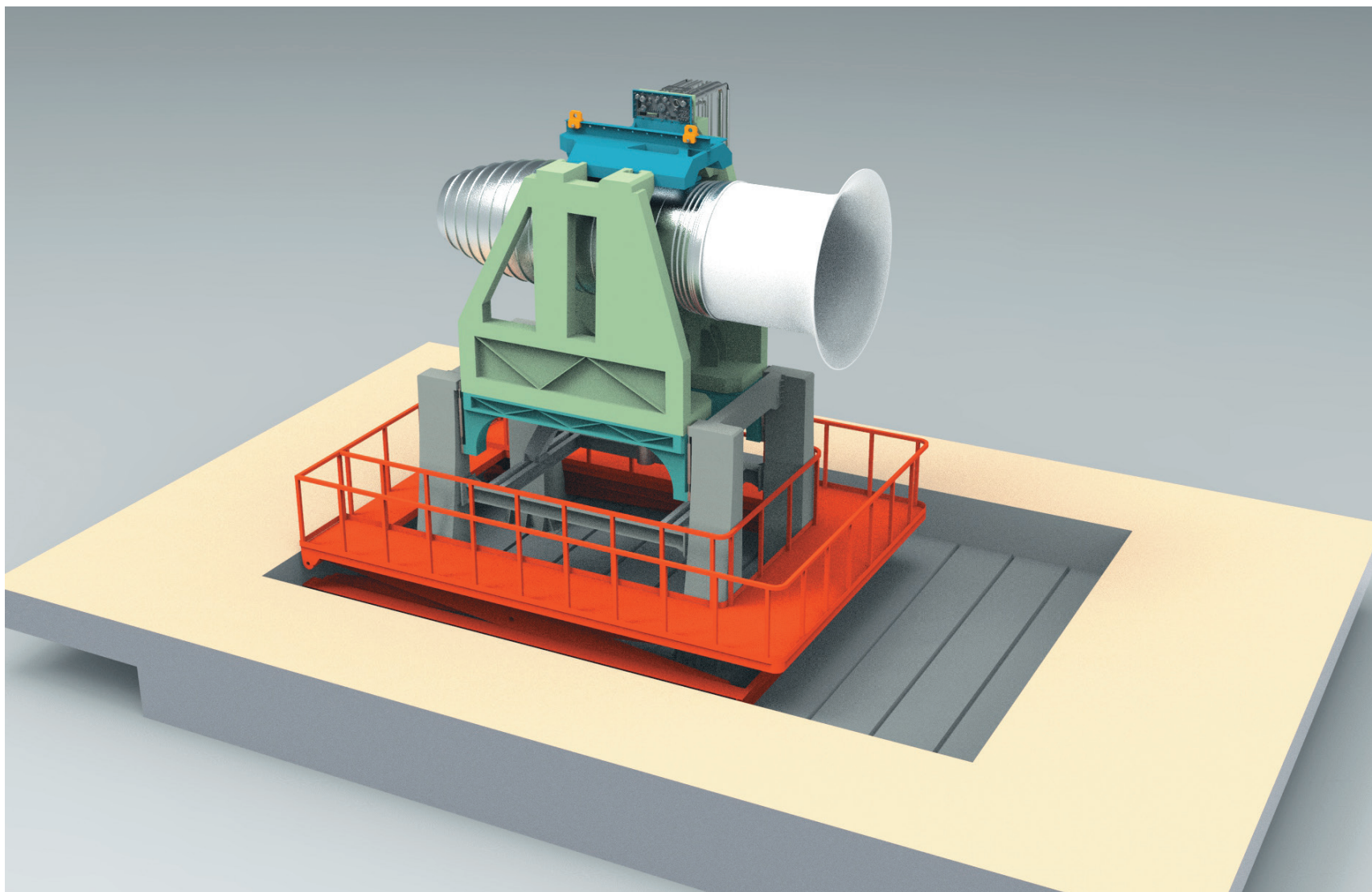
с верхним расположением силоизмерительного станка на несущем портале (СМ-2035)

# 3

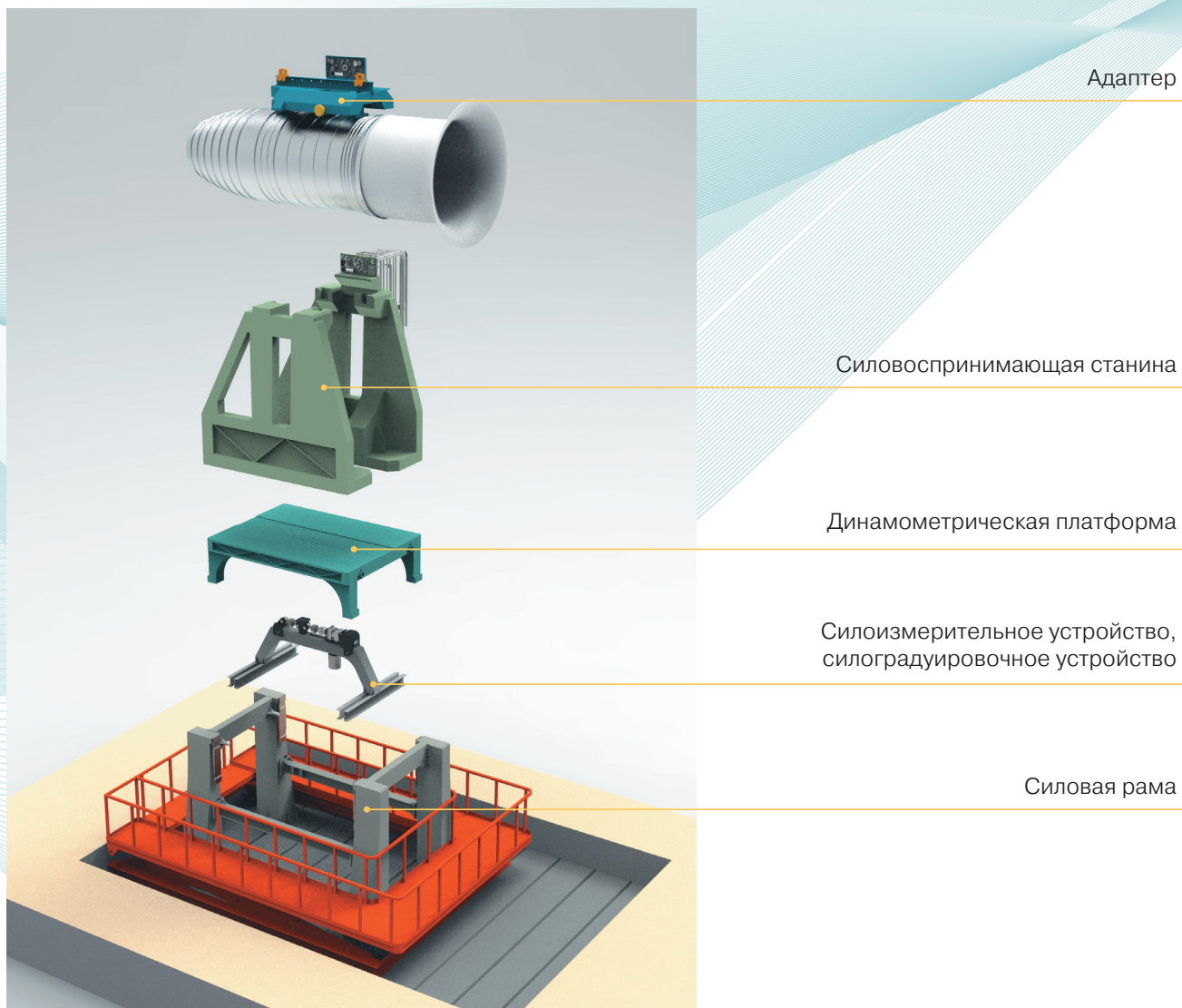


с верхним расположением силоизмерительного станка на несущем силовом потолке (СМ-1050)





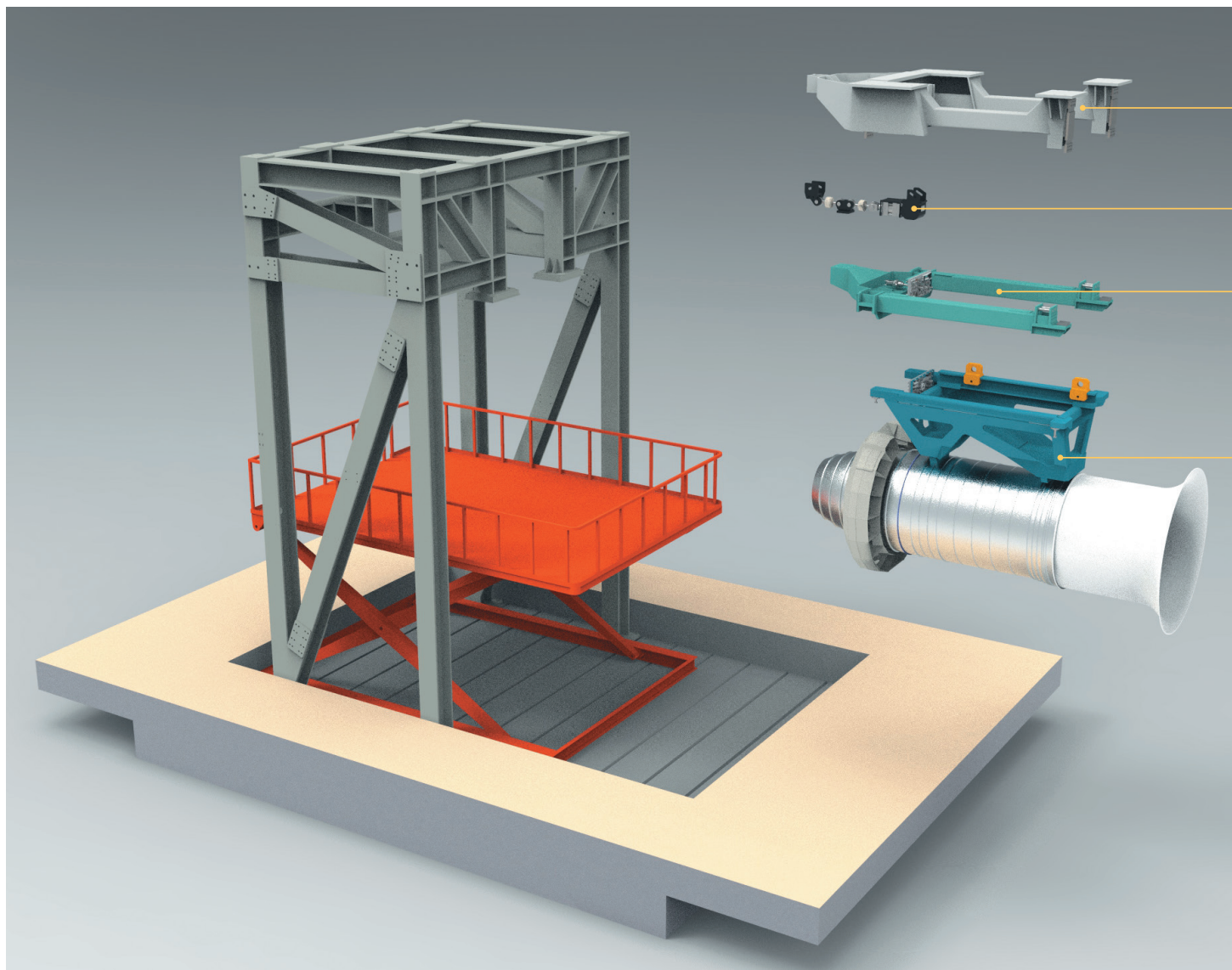
Концептуальное представление СИС с нижним расположением силоизмерительного станка (СМ-3035)



Компоновка СИС с нижним расположением  
силоизмерительного станка (СМ-3035)



# Компоновка СИС с расположением станка на несущем портале



Силоспринимающая станина

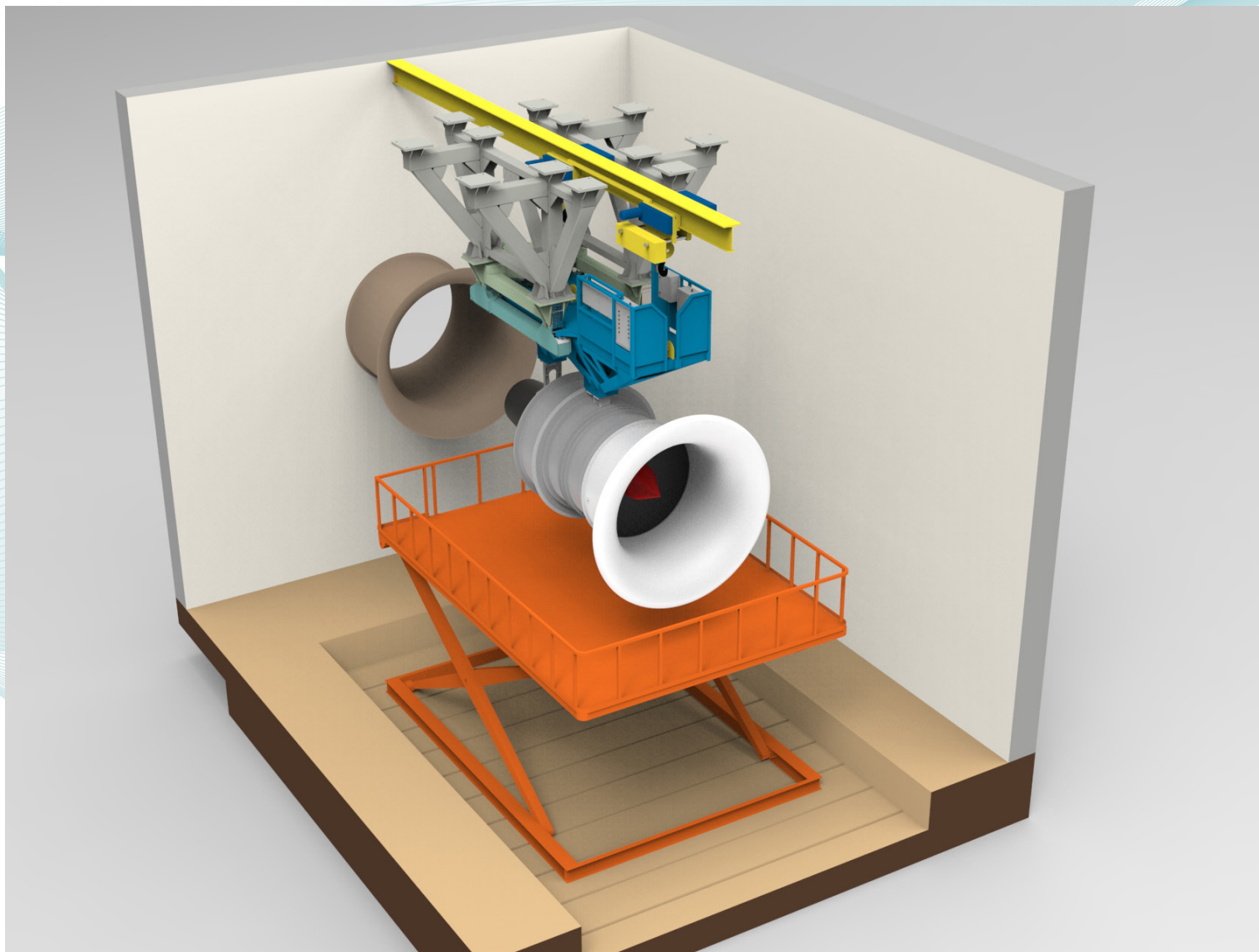
Силоизмерительное устройство,  
силоградуировочное устройство

Динамометрическая платформа

Переходная монтажная рама  
(адаптер) с возможностью прямого  
крепления двигателя или крепления  
через пилон

Компоновка СИС с верхним расположением силоизмерительного станка на несущем портале  
(СМ-2035)





Концептуальное представление СИС с верхним расположением станка (СМ-1050)

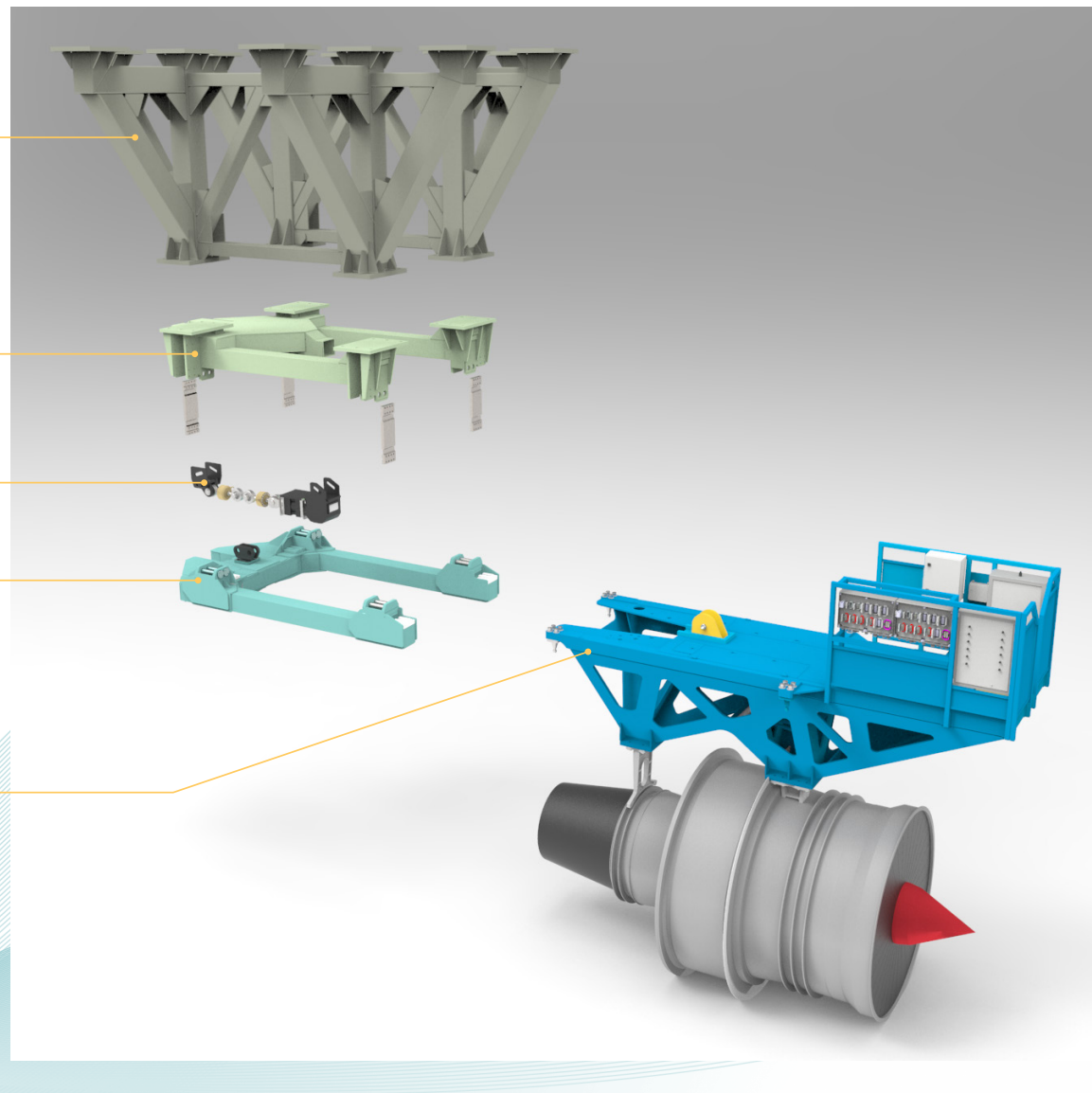
Силовая переходная рама

Силовоспринимающая станина

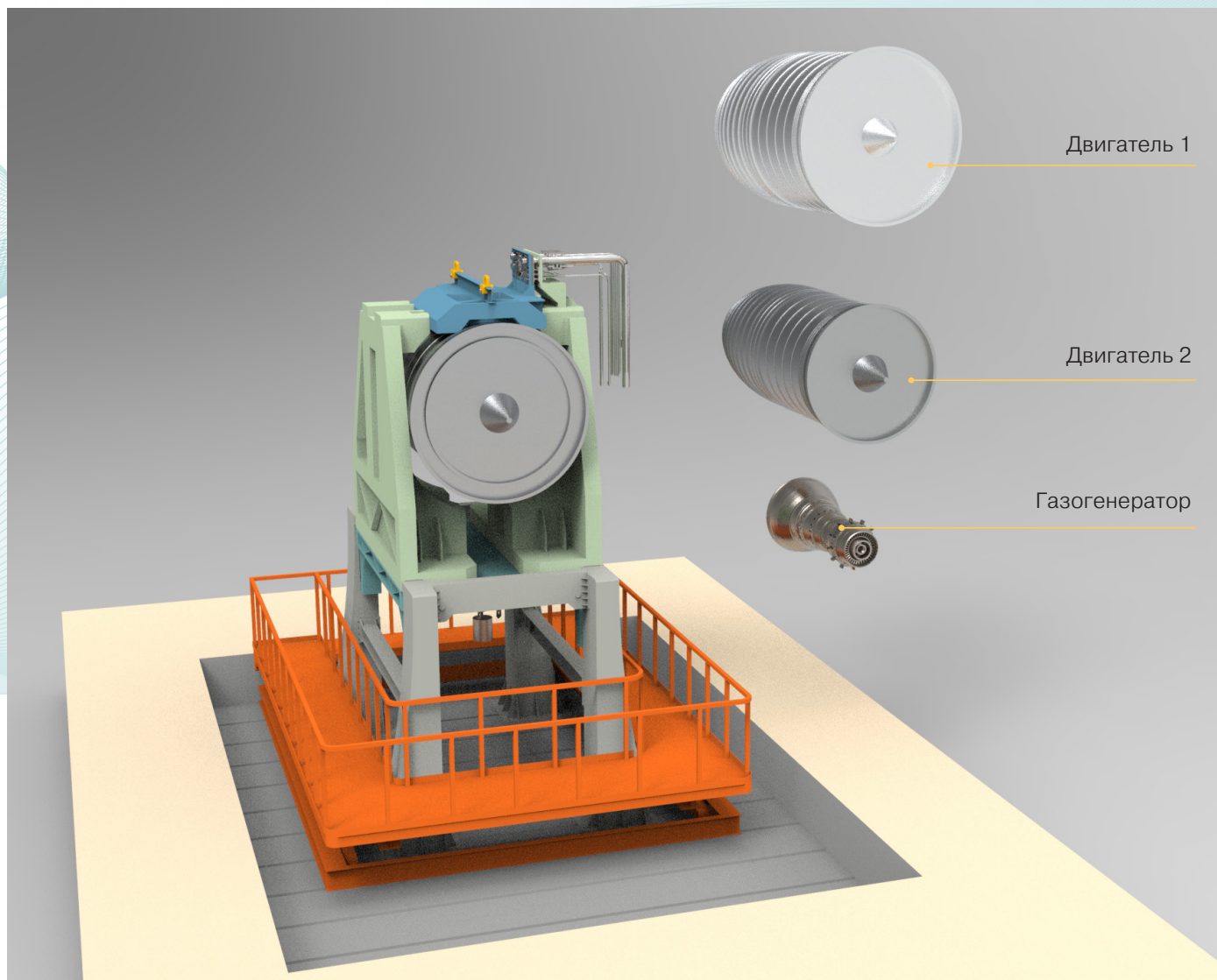
Силоизмерительное устройство,  
силоградуировочное устройство

Динамометрическая платформа

Переходная монтажная рама  
(адаптер) с возможностью прямого  
крепления двигателя или крепления  
через пилон



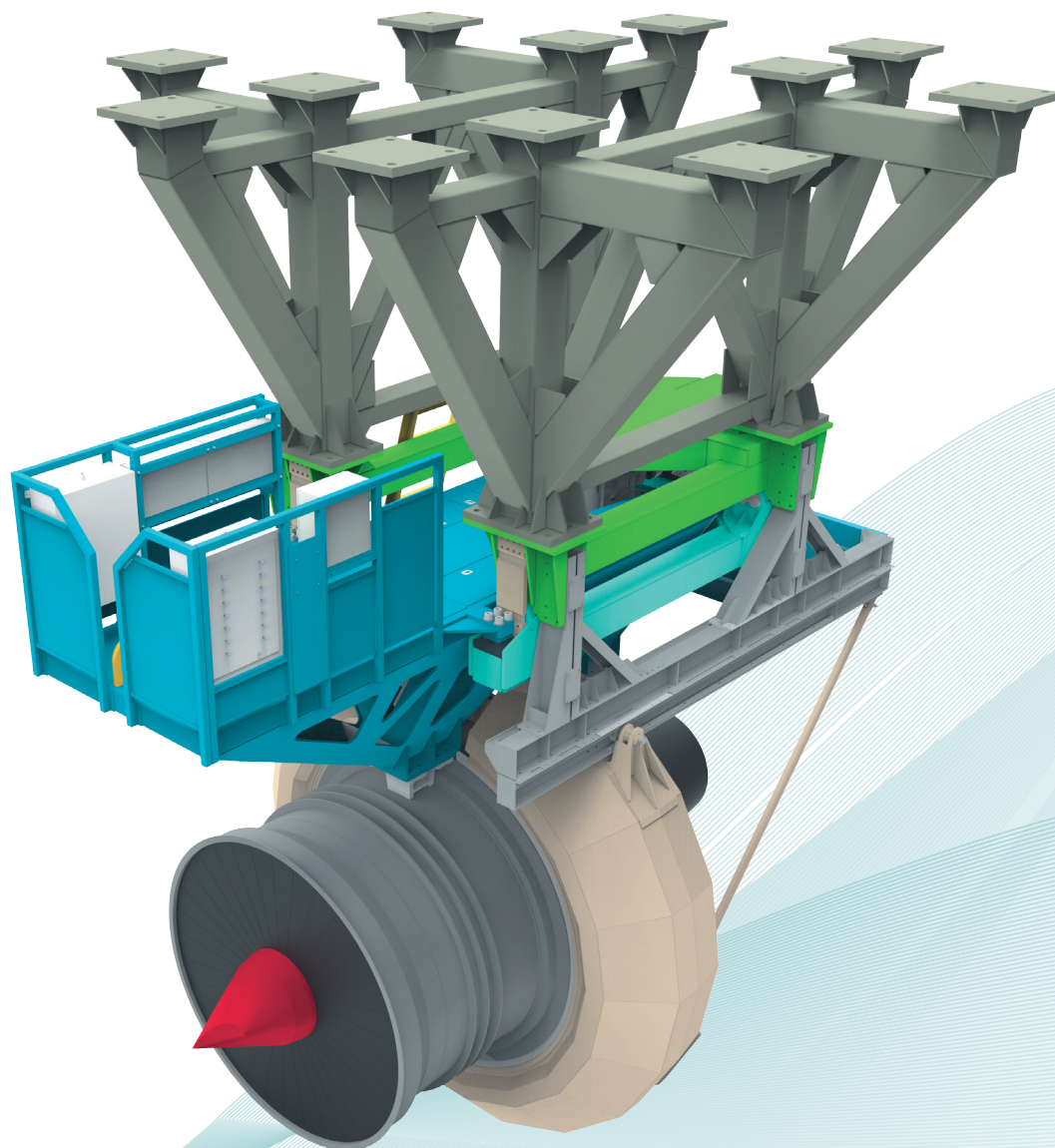
Компоновка СИС с верхним расположением силоизмерительного станка на несущем силовом потолке (СМ-1050)



Конструктивные особенности СИС позволяют устанавливать на станок как газогенераторы, так и полноразмерные двигатели различных габаритов.

Возможность установки различных типов двигателей





В 2017 – 2018 гг. ГК «МЕРА» по заказу АО «УЗГА» (г. Екатеринбург) реализована СИС с верхним расположением станка на несущем силовом потолке.

Механическая часть СИС рассчитана на двигателя с прямой тягой до 35 тс (с возможностью масштабирования до 50 тс) и с тягой на реверсе до 10 тс.

Конструкция СИС, совместно с АСУ ТП станда, позволяет минимизировать длину электрических и пневматических линий связи для значительного числа измеряемых параметров.

СИС отвечает всем требованиям ОСТ 1 02512-84. Разработана программа и методика метрологической поверки СИС. Для контроля метрологических характеристик СИС предоставляется комплект эталонных динамометров.

При создании СИС осуществлялось полное моделирование всех узлов с последующей проверкой в специализированном программном обеспечении и верификацией расчётов на полноразмерном макете. Для подтверждения расчётов на полноразмерном макете ГК «МЕРА» создала Цех испытаний мехатроники.

Данные работы свидетельствуют о наличии в России современных инженерных технологий, необходимых для создания испытательных стендов, предназначенных для разработки и производства перспективного авиадвигателя ПД-35.



СИС позволяет проводить измерения силы от тяги авиадвигателей в соответствии с требованиями ОСТ 1 01021-93 как для серийного, так и для опытного производства.

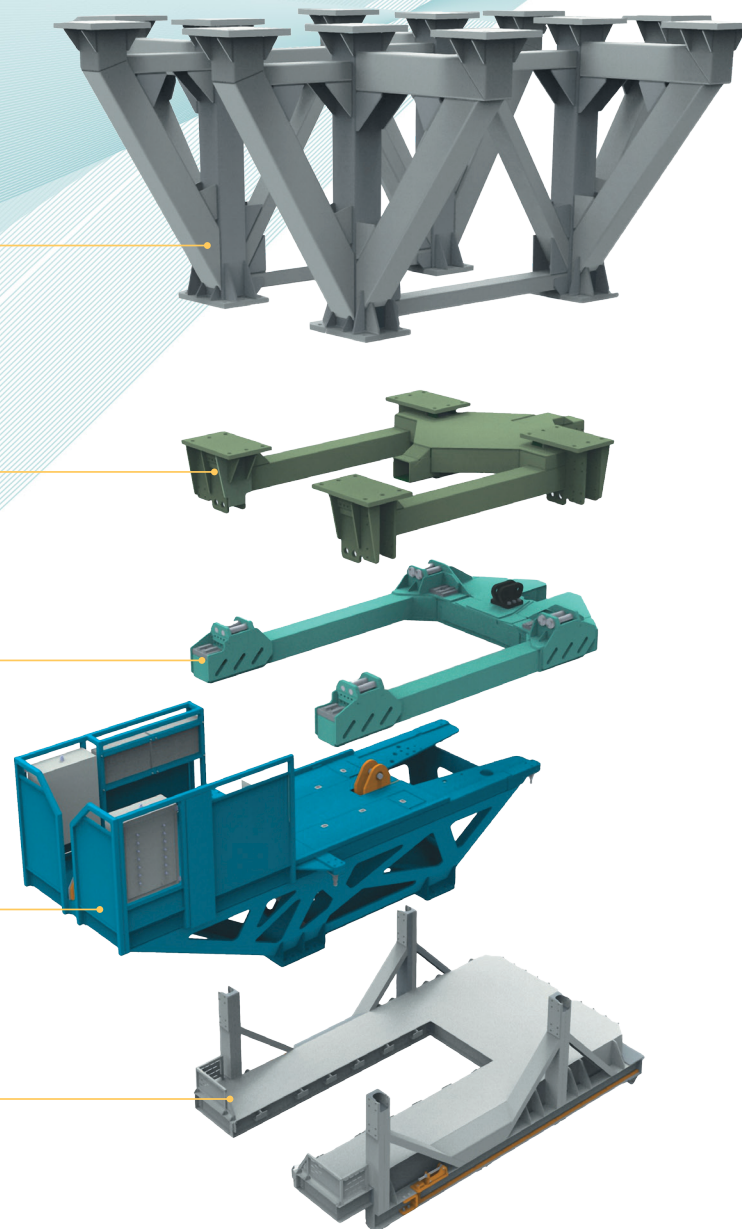
Силовая переходная рама

Силвоспринимающая станина

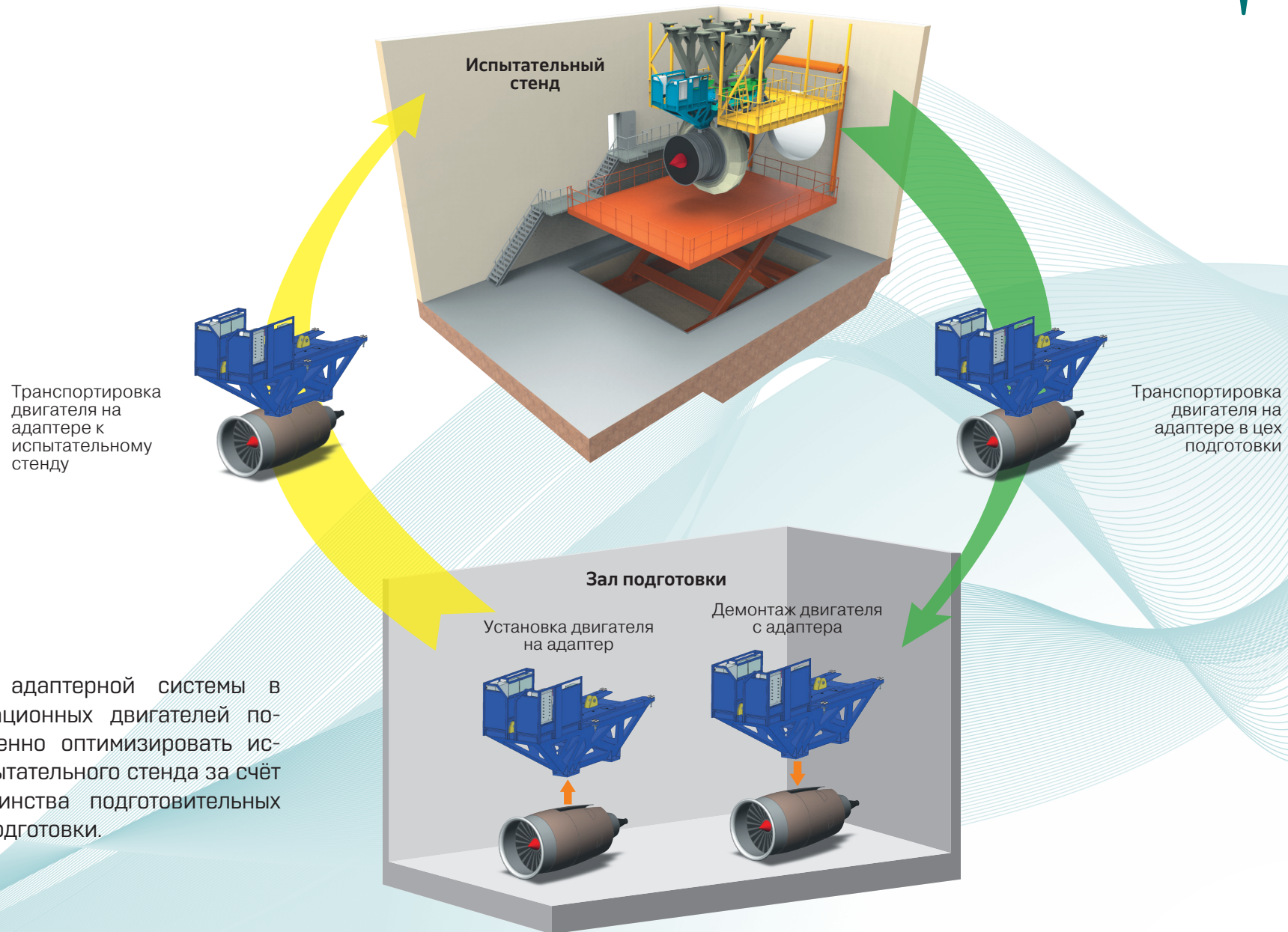
Динамометрическая платформа

Переходная монтажная рама (адаптер) с возможностью прямого крепления двигателя или крепления через пилон

Рама отражателя реверсивного потока (опционально)

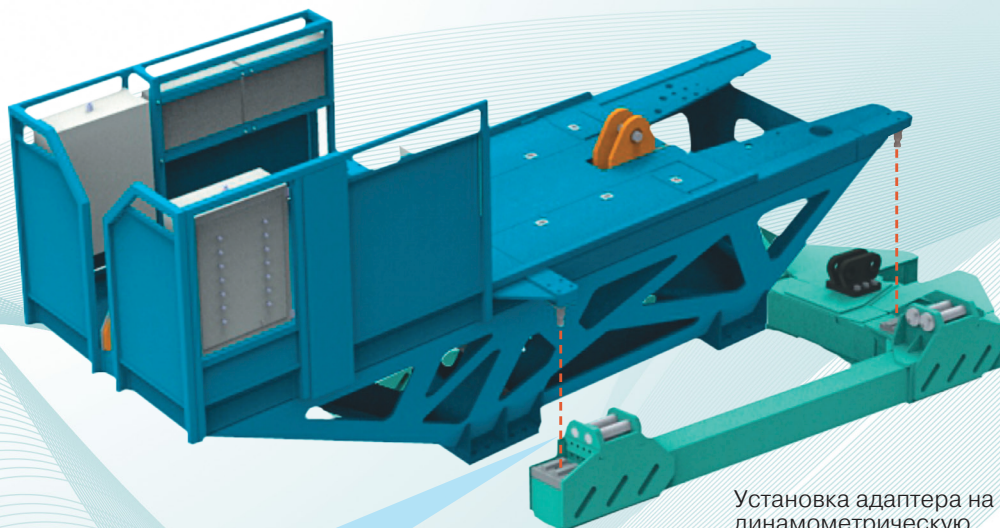




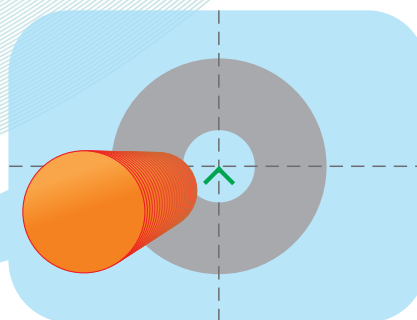
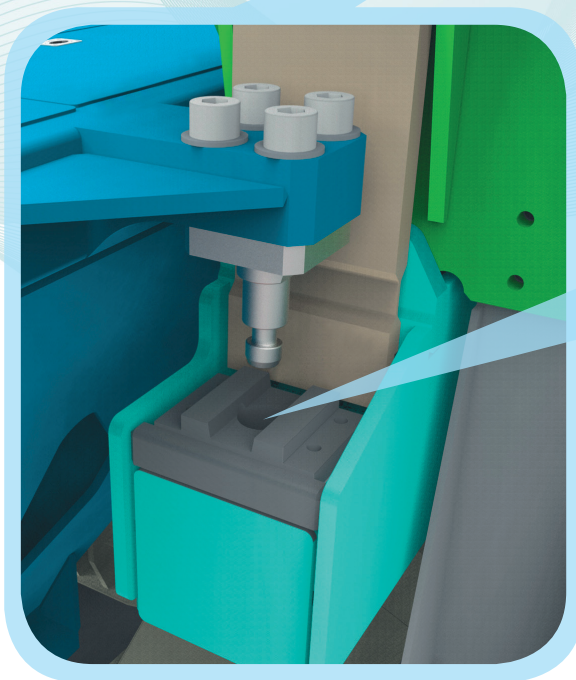


Применение адаптерной системы в испытаниях авиационных двигателей позволяет существенно оптимизировать использование испытательного стенда за счёт переноса большинства подготовительных операций в зал подготовки.





Установка адаптера на динамометрическую платформу



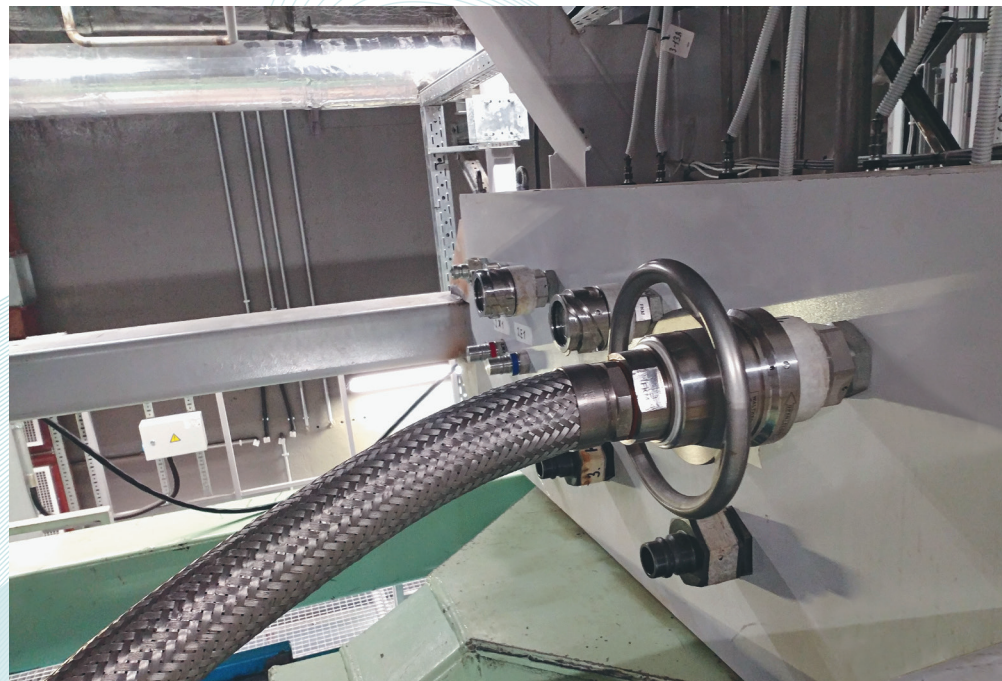
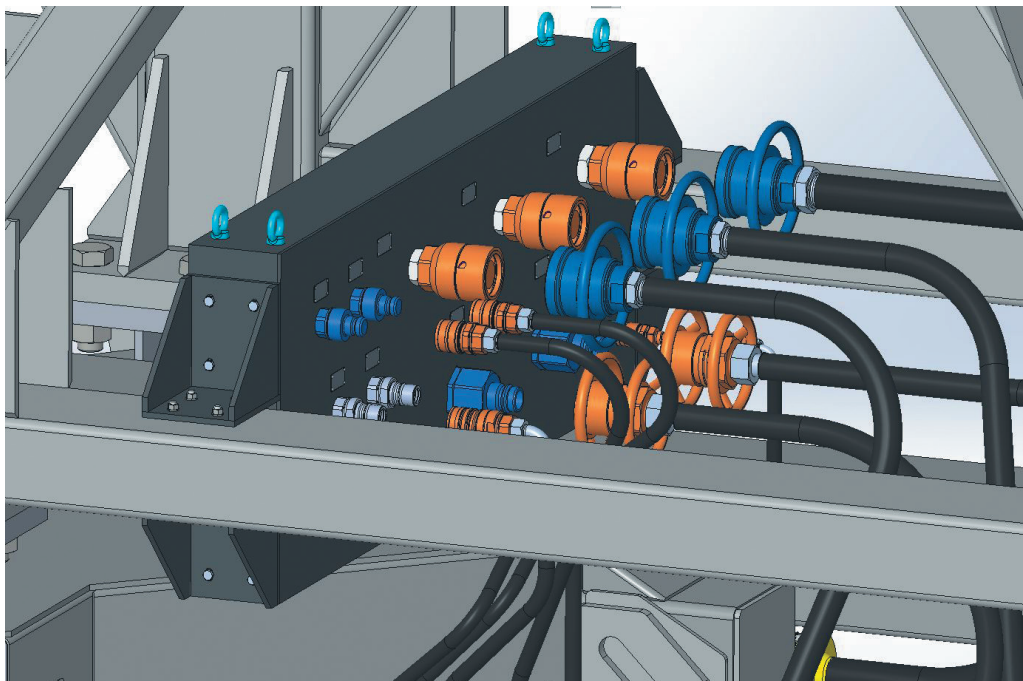
Видеопозиционирование стыковки адаптера с динамометрической платформой

Адаптерная система позволяет быстро и точно устанавливать двигатель на силоизмерительный станок с помощью системы видеопозиционирования адаптера относительно приёмных отверстий динамометрической платформы. Система позволяет контролировать положение адаптера в аксиальной и лотеральной плоскости для регулирования крена и дифферента адаптера.

Возможна реализация полуавтоматического режима установки адаптера.

Фиксация адаптера в динамометрической платформе осуществляется посредством замковых устройств с электрогидромеханическим приводом.

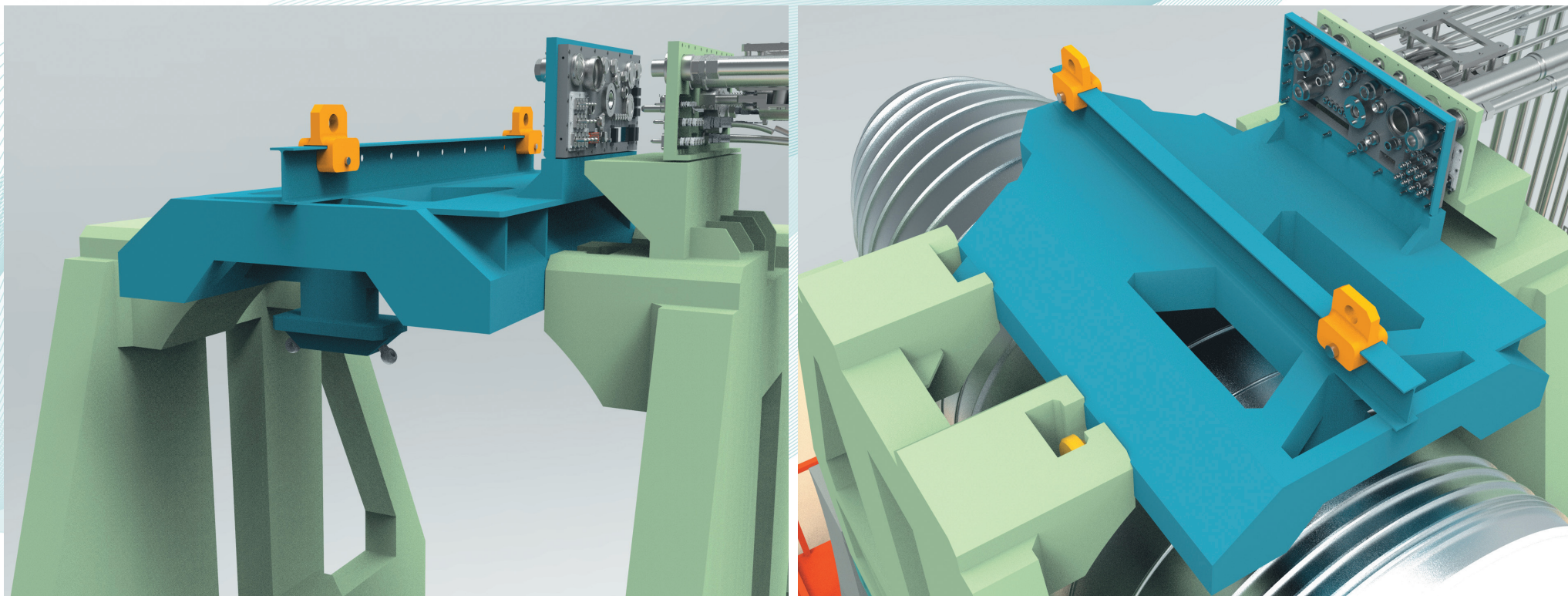




Использование быстроразъёмных соединений (БРС) позволяет в считанные минуты подключить все необходимые гидравлические, пневматические и электрические линии систем электропитания, топливо- и маслоподачи, воздушного запуска, систем измерения и управления.

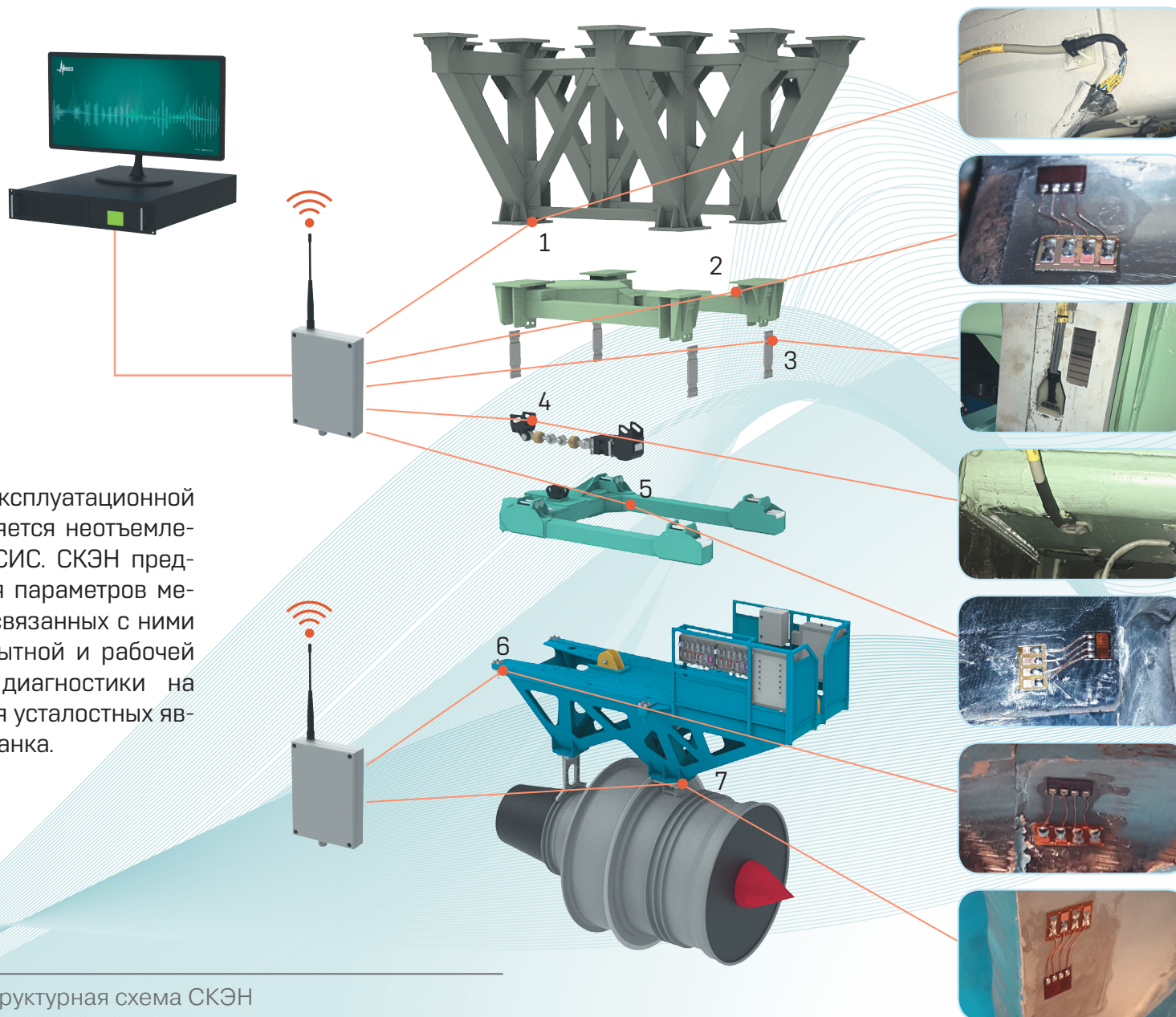
Возможно применение как ручных, так и автоматических БРС.





Панель автоматических быстроразъемных соединений

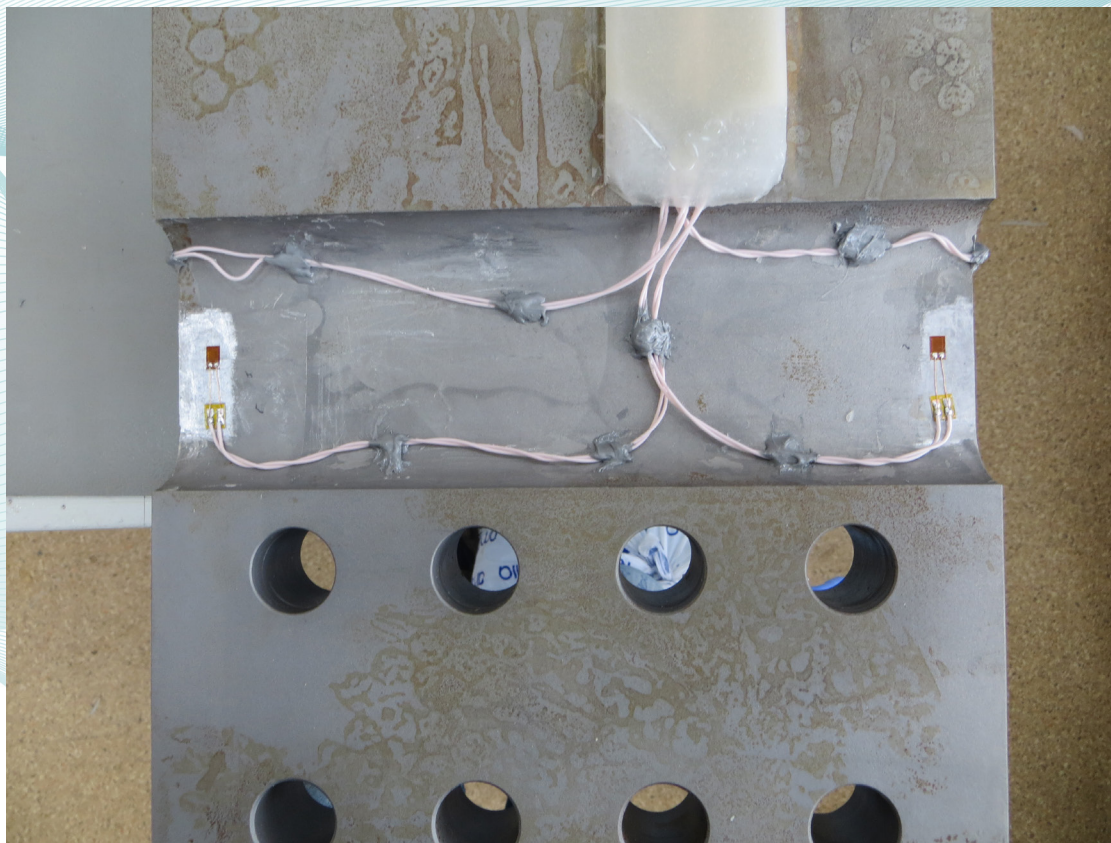




Система контроля эксплуатационной надежности (СКЭН) является неотъемлемой составной частью СИС. СКЭН предназначена для контроля параметров механических нагрузок и связанных с ними явлений в процессе опытной и рабочей эксплуатации стенда, диагностики на ранних стадиях развития усталостных явлений в конструкциях станка.

Структурная схема СКЭН



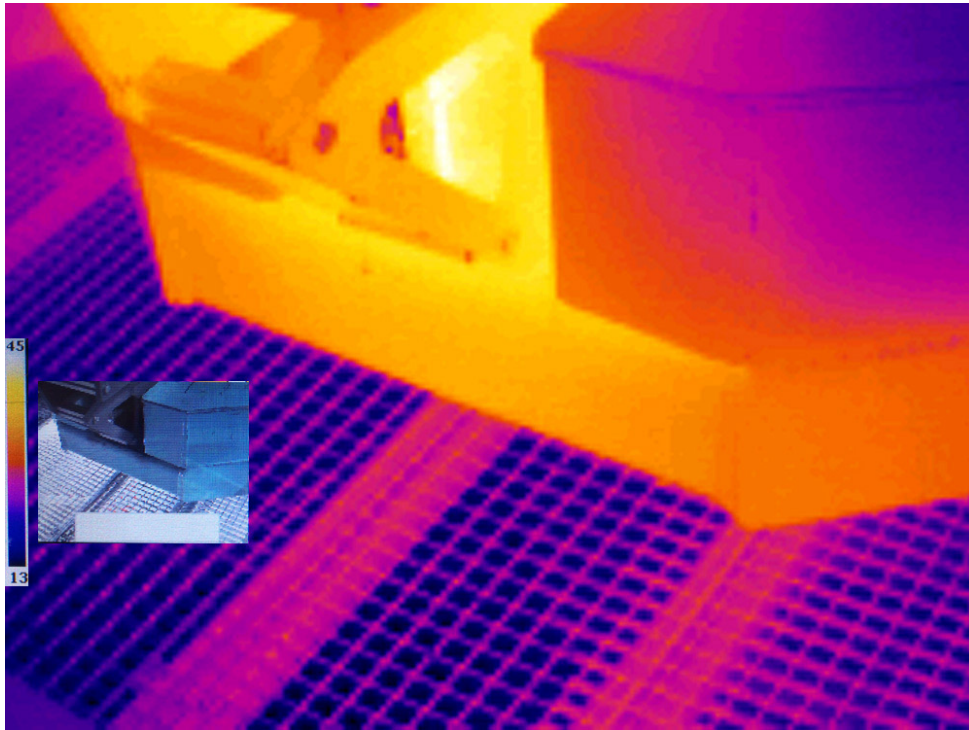


Препарирование упругой опоры тензодатчиками

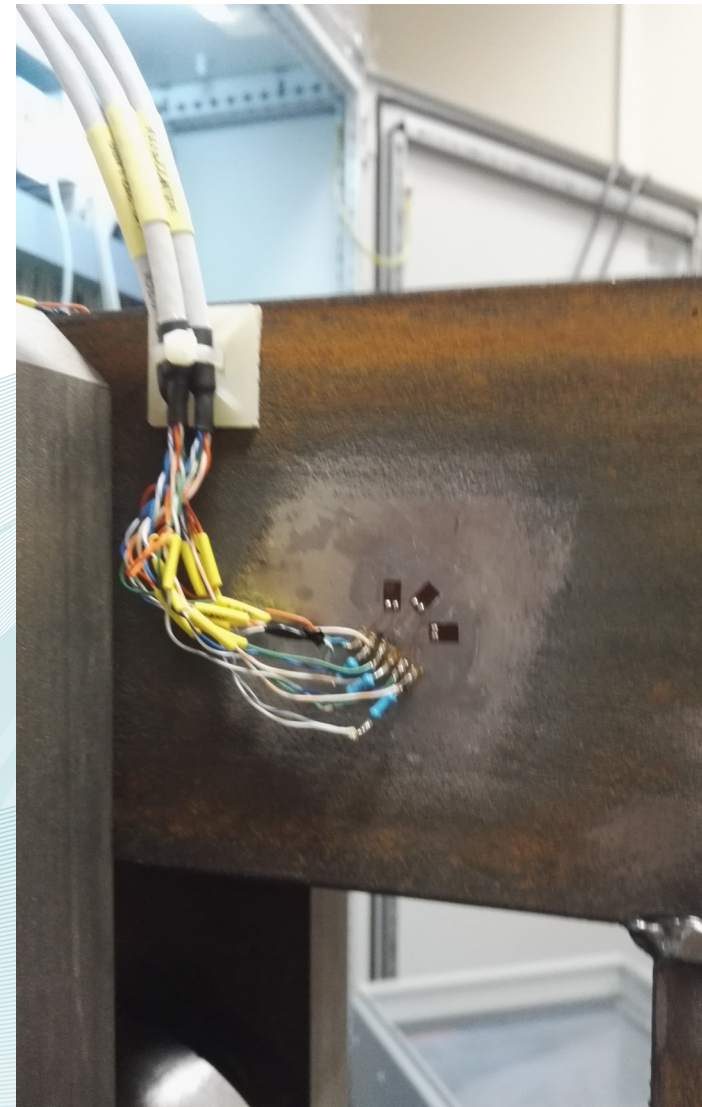
Основной задачей СКЭН является сбор данных с контролируемых точек в автоматическом режиме, их анализ, формирование сигналов основного и расширенного пакета диагностики, хранение данных по долговременной (до 1000 ч) статистике. СКЭН функционирует в автономном режиме, обладает независимой системой энергообеспечения. Система предоставляет интегральные оценки состояния в АСУТП станда.

Контроль механических нагрузок на конструктивные элементы станка производится с помощью тензометрических датчиков, датчиков вибрации и температуры, устанавливаемых в местах, испытывающих наибольшие механические нагрузки. Конкретные места установки датчиков и их конфигурация определяются по результатам математического моделирования конструкции элементов станка.



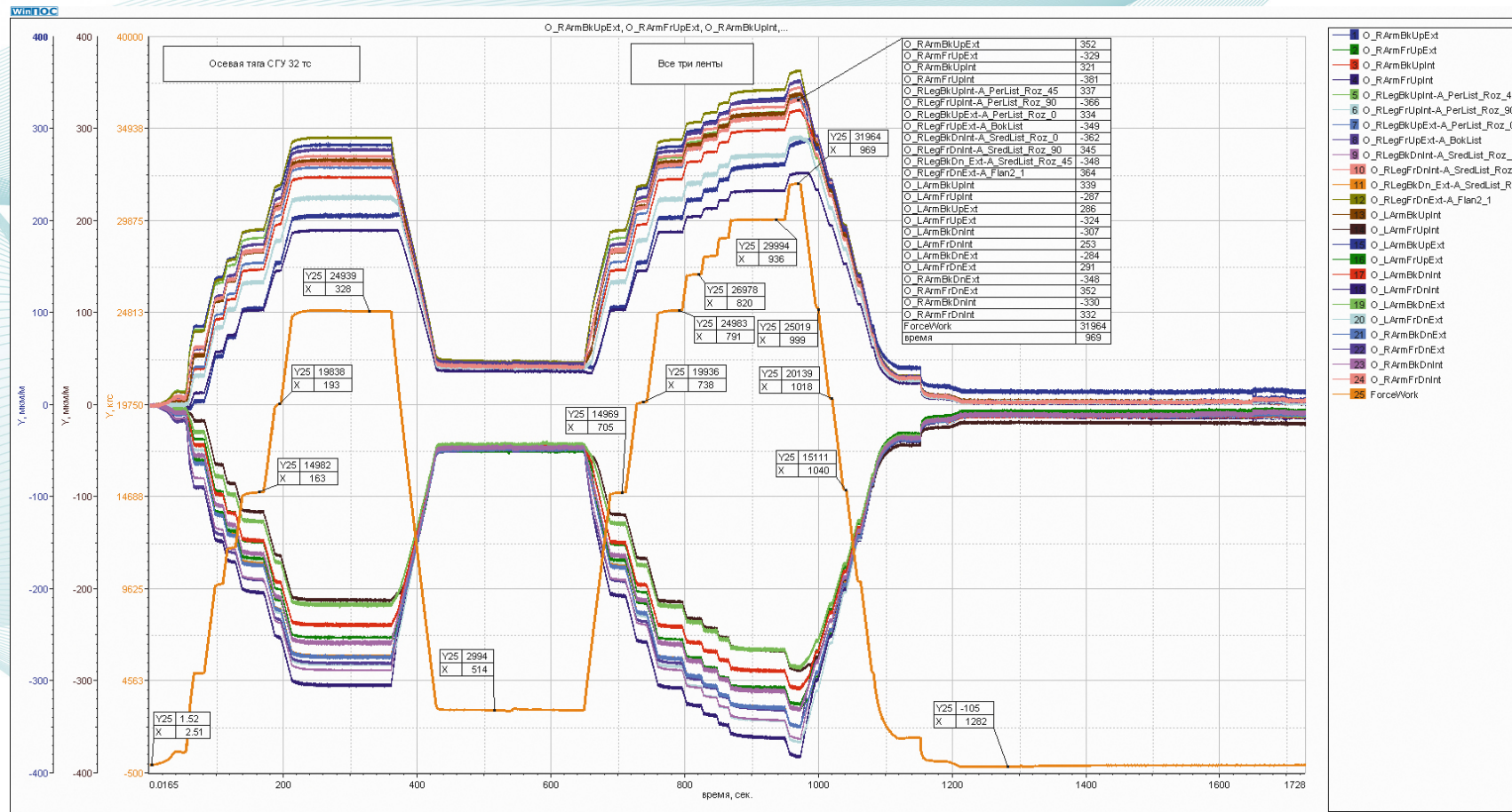


Термомеханические напряжения в задней части станины



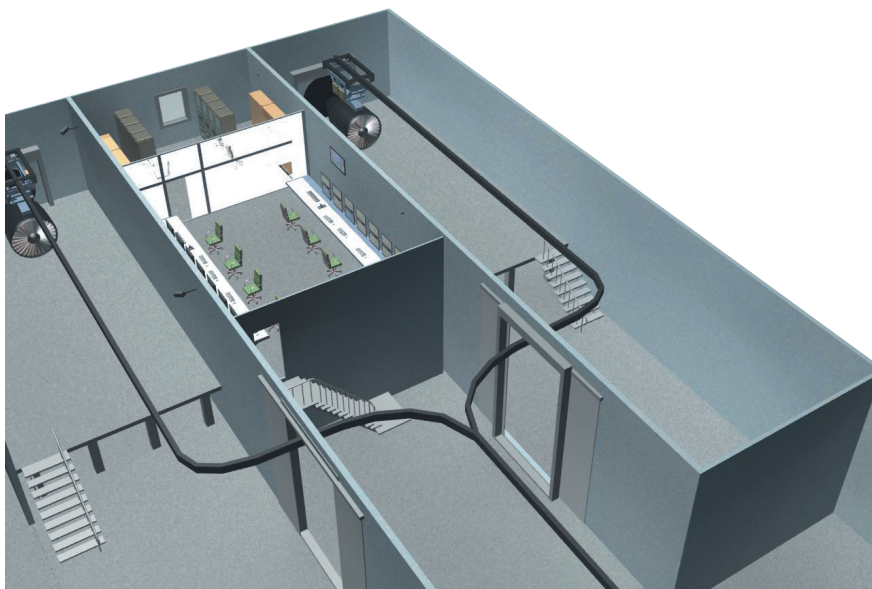
Препарирование тензодатчиками конструктивного элемента СИС





Циклограмма нагружения с графиками изменения механических напряжений в упругих опорах СИС





Монорельсовая транспортная система

Современные средства транспортировки изделия в пределах мотороиспытательной станции позволяют повысить эффективность работы персонала, снизить издержки на обслуживание тягового оборудования, увеличить производительность и обеспечить высокий уровень безопасности.



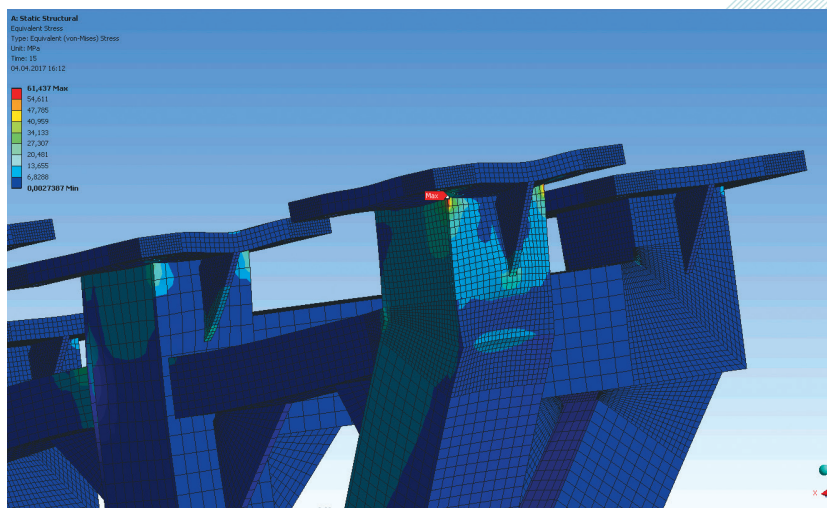
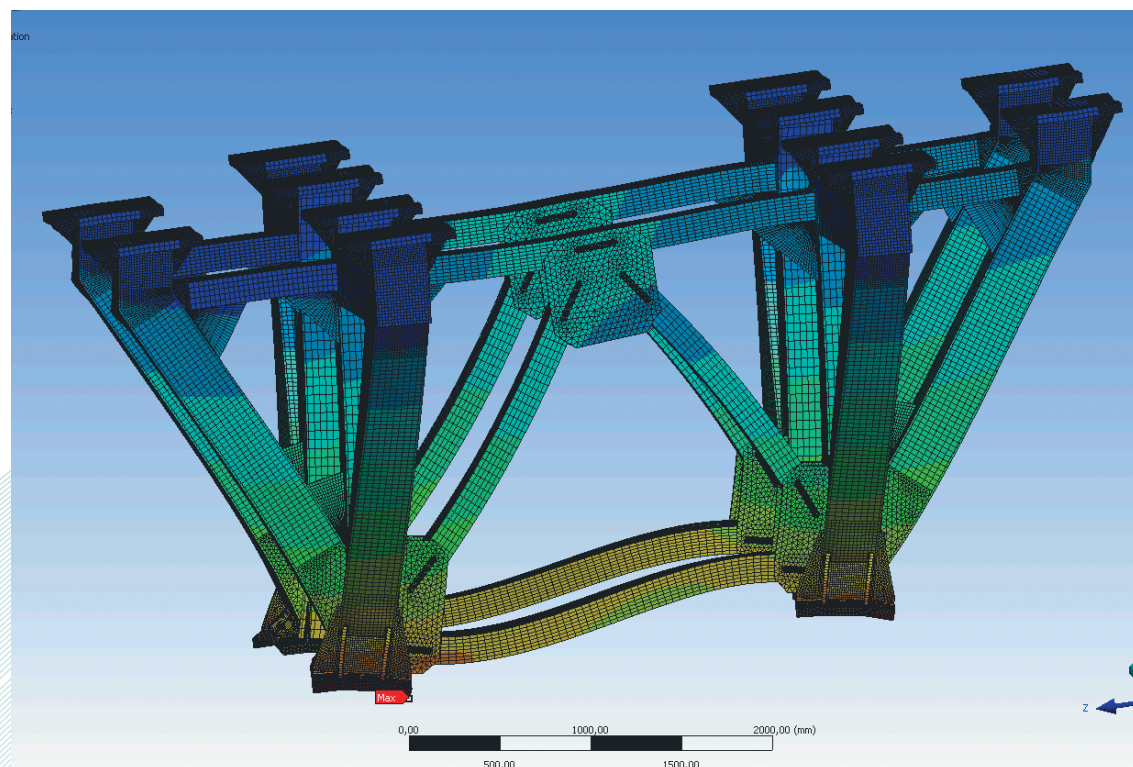
Роботизированная транспортировочная платформа





При проектировании металлических конструкций СИС проводится математическое моделирование статических и динамических нагрузок и расчёт прочностных характеристик по всем возможным комбинациям нагрузок, включая аварийные. Используются методы конечноэлементного анализа, исследования форм колебаний, расчёта усталостной прочности. Определяются собственные частоты и соответствующие коэффициенты демпфирования.

Моделируется как штатная работа, так и всевозможные аварийные ситуации, с учётом требований безопасности.



В результате математического моделирования выявляются участки конструкций, подверженные наибольшему воздействию нагрузок. Особо ответственные узлы просчитываются с учётом высоких коэффициентов запаса прочности.



В целях подтверждения расчётных прочностных характеристик СИС ГК «МЕРА» создан Цех испытаний мехатроники, где проводятся испытания основных узлов.

Особо ответственные элементы исследуются на предмет сходимости с результатами математического моделирования по статическим и динамическим нагрузкам.

Образцы материалов и крепёжных элементов, использующихся при изготовлении СИС, исследуются методами разрушающего контроля. Исследования проводятся в аккредитованных на проведение данного вида испытаний организациях.

Сварные соединения контролируются современными методами контроля качества: ультразвуковой контроль, магнитный контроль, капиллярная дефектоскопия.



Строительная площадка Цеха испытаний мехатроники  
(г. Ивантеевка, МО)





Силовая переходная рама

Силоспринимающая станина

Упругая опора

Динамометрическая платформа

Переходная монтажная рама (адаптер)

Массово-центровочный макет  
(имитатор двигателя)









Осмотр Цеха испытаний представителями Ассоциации «Союз авиационного двигателестроения» (АССАД). Президент АССАД В. М. Чуйко, ген. директор ГК «МЕРА» И. А. Потапов, вице-президент АССАД В. М. Дунин



## 0

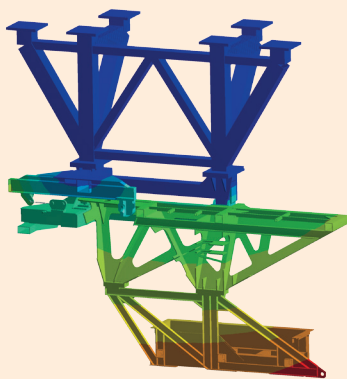
Изучение мирового опыта



Подготовка

## 1

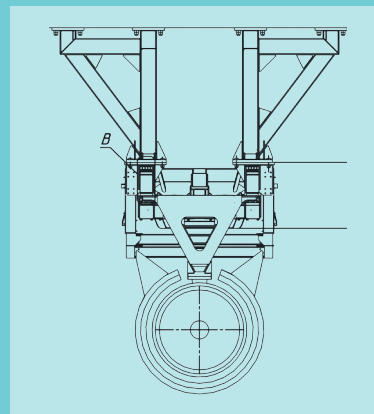
Создание цифровой модели.  
Прочностные расчёты.  
Верификация расчётов.



Компьютерное моделирование

## 2

Разработка конструкторской документации



РКД

## 3

Выбор производителя (более 15 заводов)

- анализ оснащения производства
- качество сварных работ
- ОТК
- документация
- цена



Производство механической конструкции

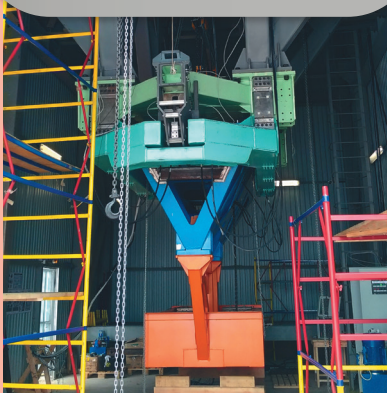
Всесторонний контроль качества.  
Ультразвуковой контроль, магнитный контроль, капиллярная дефектоскопия.  
Использование высококачественных метизов.  
Протоколы.

# 4

Построен Цех испытания мехатроники для сборки и испытаний механической конструкции СИС.  
Разработана и создана система контроля эксплуатационной надёжности (СКЭН).



Сборка, испытания в ЦИМ



# 5

Разработка технологии монтажа – демонтажа.  
Наладка и испытания СКЭН (деформации, перемещения, вибрации).



Монтаж у заказчика



# 6

Устранение замечаний по итогам опытной эксплуатации.  
Аттестация стенда.



Опытная эксплуатация



# 7



Промышленная эксплуатация



Адаптерная система, БРС.  
Электро-, гидромеханические системы.  
Гарантия 5 лет (10 лет – на мех. часть).  
Конструктивные решения для ГТД с тягой 35 – 50 тс.  
Отечественный производитель.





Автоматизированные информационно-измерительные системы



Автоматизированные системы управления



Радиотелеметрические системы



Электростанционные системы управления



ГК «МЕРА» разрабатывает, производит и поставляет «под ключ»:

- мотороиспытательные станции (совместно с ОАО «ГИПРОНИИАВИАПРОМ»);
- силоизмерительные системы для авиационных двигателей;
- АСУТП испытаний авиа- и ракетных двигателей;
- средства измерений;
- радиотелеметрическое оборудование.




120 внедрений в эксплуатацию в год. За время работы предприятия внедрено в эксплуатацию более 2 000 проектов.



Более 250 заказчиков / более 30 постоянных







Группа компаний «МЕРА»  
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](mailto:info@nppmera.ru)  
[www.nppmera.ru](http://www.nppmera.ru)