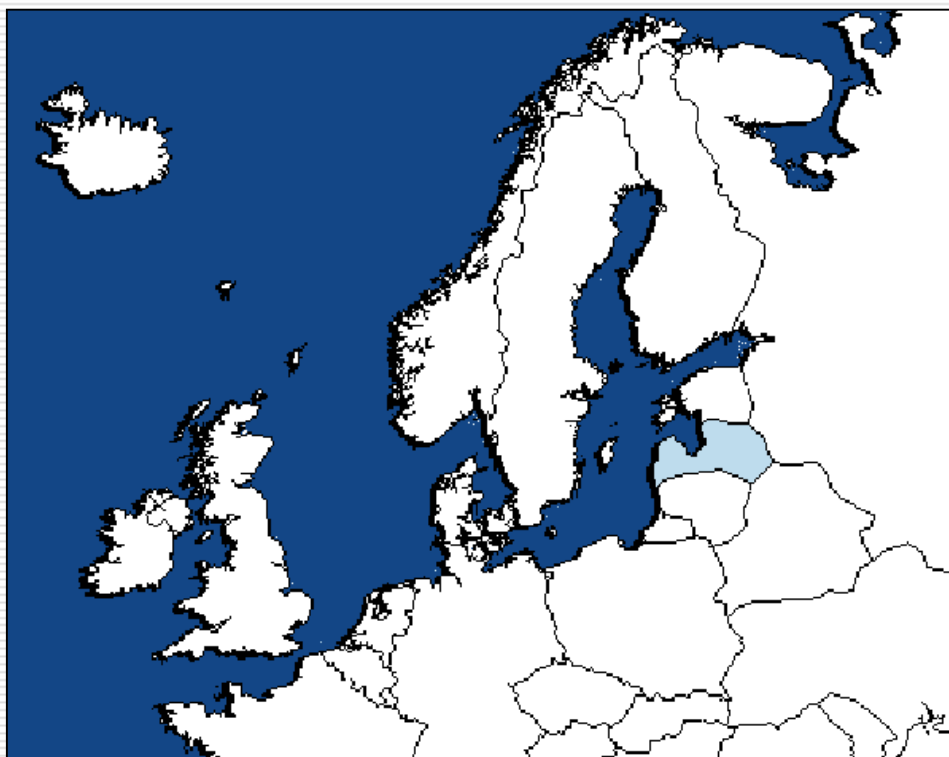


33-й ЕВРОПЕЙСКИЙ ВЕРТОЛЕТНЫЙ ФОРУМ

Казань, 11-14 сентября 2007 г.



Натурные усталостные испытания фюзеляжа вертолета Ми-26 Т

А. Сорокин, В.Турко - Авиатест (Рига, Латвия)

Riga Scientific Experimental Center «AVIATEST LNK»



Accreditation sphere:

Full-scale static, dynamic and fatigue testing of airplanes, helicopters and other aircrafts structural components

Сертификаты АВИАТЕСТ





AVIATEST TEST FACILITIES

Ангар с пристройками для персонала и оборудования



Силовой пол глубиной 1,5 м

HANGAR

Открытая площадка для высоких стендов *Бокс для испытаний трансмиссий*



Силовой пол глубиной 2 м

OPEN TEST SITE



Силовой пол глубиной 1 м

TEST BOX

A. Sorokin & V. Turko
“Full Scale Fatigue Tests Of The Cargo Helicopter Mi-26”



GENERAL VIEW OF THE TEST OBJECT

TEST OBJECT DELIVERY to AVIATEST LABORATORY



Delivery Flight : Тюмень – Екатеринбург – Казань – Москва – Рига

Successful landing of helicopter MI-26 T near AVIATEST hangar



Момент посадки вертолета на площадке у ангара АВИАТЕСТ

Закатка (roll-in) вертолета в ангар.



Лопасты демонтированы. Мощный Кировец буксирует объект испытаний в ангар.



Маневрирование вертолета на силовом полу.

Preparation to frequency research



Установка ложной втулки



Подготовка трасс систем сбора информации

Hydraulic vibrator's mounting on the tail rotor dummy hub



Возбуждение втулки по оси Y

Установка акселерометров ВД- 50¹⁰
на корпусе редуктора

Research of helicopter's tail-beam Amplitude-Frequency Response Characteristics (AFRC)



Возбуждение втулки по оси
X

Возбуждение втулки по оси
Z

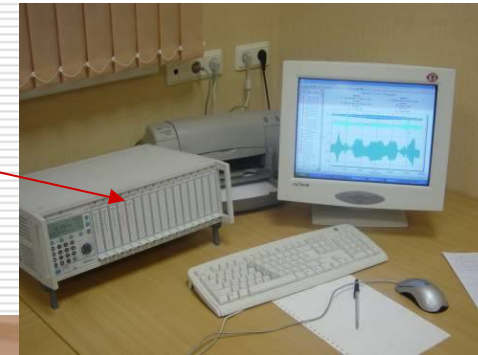


The trial of AFRC experiment



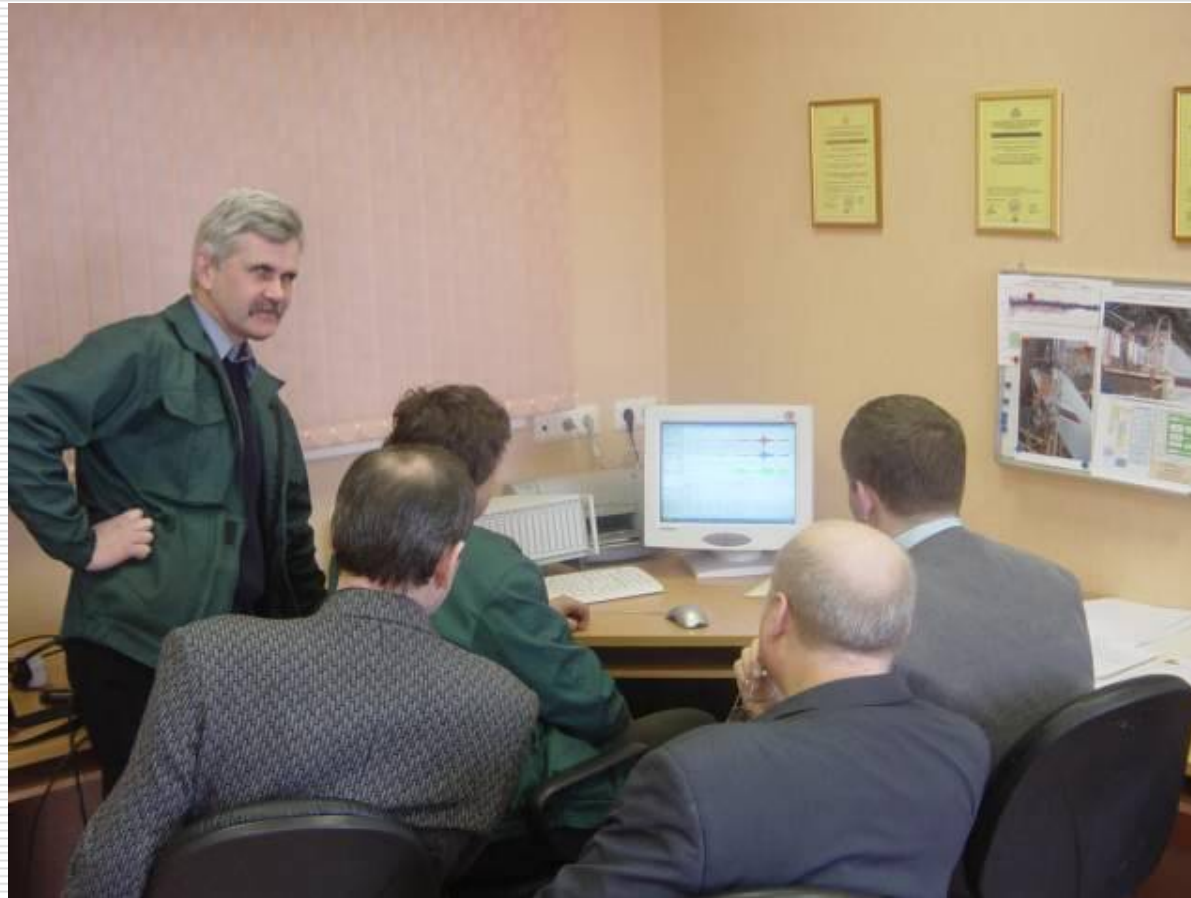
Управление вибратором

Система
MGCplus
(HBM)



Сбор и обработка
информации

Experiment results are obtained: active discussion



The Results of AFRC experiments

Исследование АЧХ хвостовой балки вертолѣта МИ-26

Сравнение АЧХ различных экспериментов.

Сечение: **Хвостовой редуктор** Условные обозначения: --- плоскость X --- плоскость Y --- плоскость Z

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход

Состояние вертолѣта:

свободно опертый вертолѣт

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход

Состояние вертолѣта:

$P_x = 1.8\text{kN}$ $P_y = 6\text{kN}$ $P_z = 20\text{kN}$

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход с пост. силой

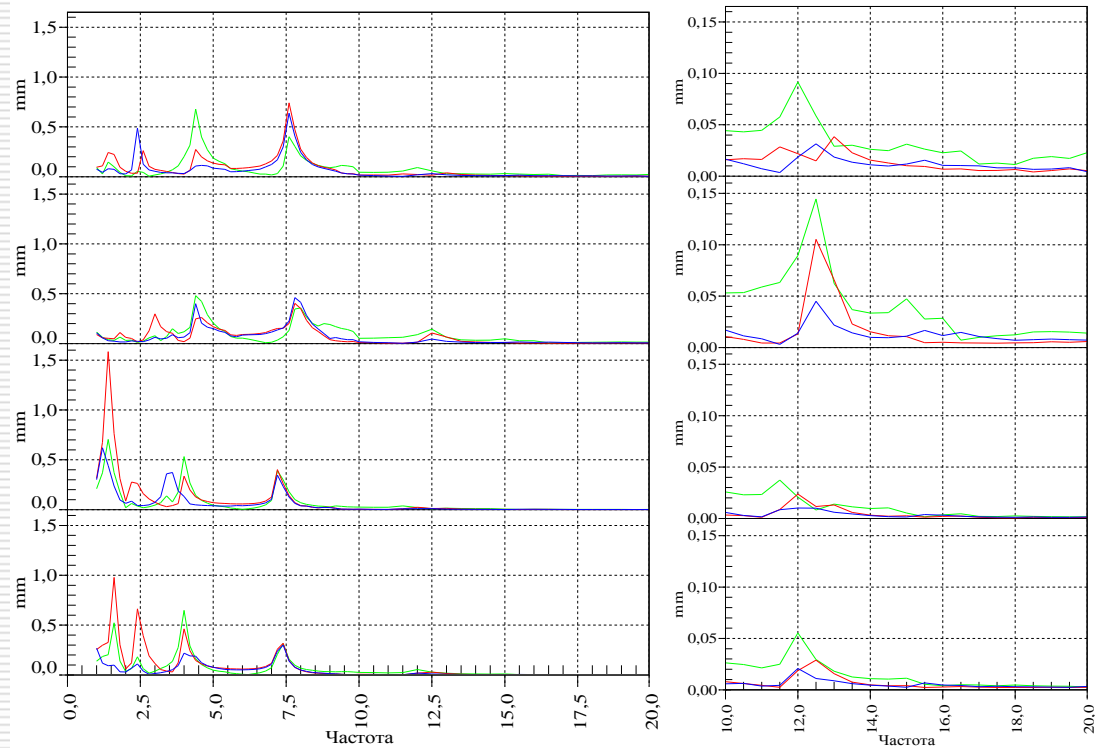
Состояние вертолѣта:

$G = 50.0\text{ t}$
свободно опертый вертолѣт

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход с пост. силой

Состояние вертолѣта:

$G = 50.0\text{ t}$
 $P_x = 1.8\text{ kN}$ $P_y = 6.0\text{ kN}$ $P_z = 20\text{ kN}$



HBM HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK

The Results of AFRC experiments

Исследование АЧХ хвостовой балки вертолѐта МИ-26

Сравнение АЧХ различных экспериментов.

Сечение: **Хвостовой редуктор** Условные обозначения: --- плоскость X --- плоскость Y --- плоскость Z

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход

Состояние вертолѐта:
свободно опертый вертолѐт

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход

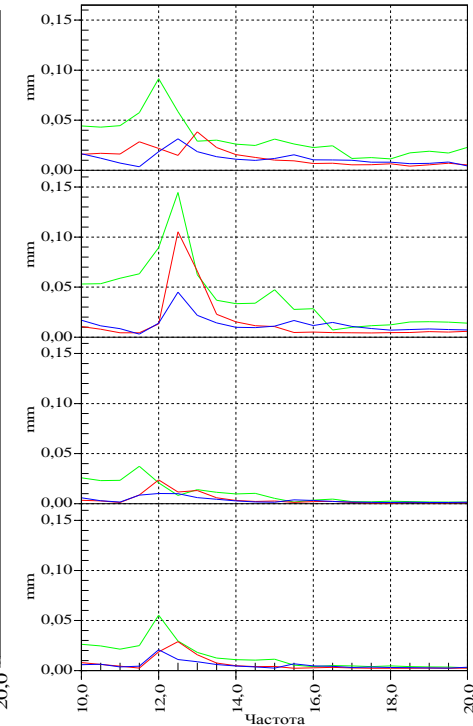
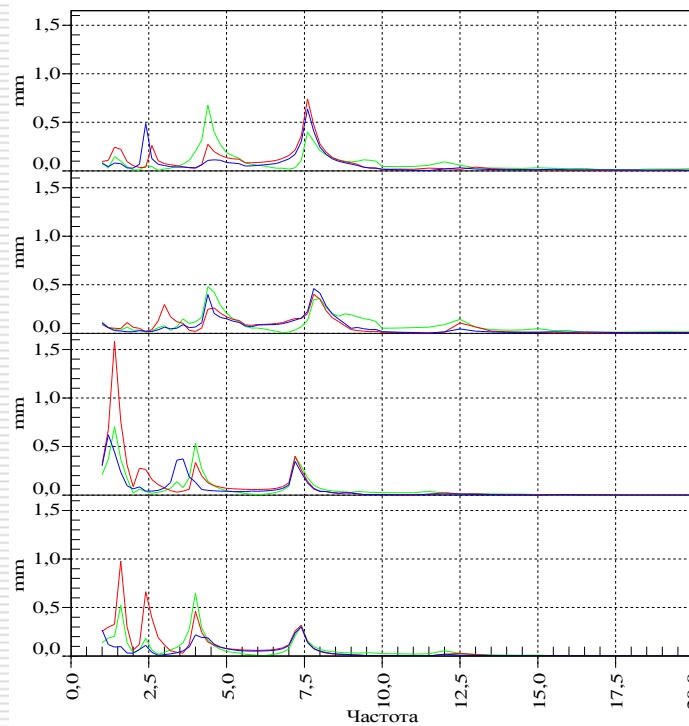
Состояние вертолѐта:
Px = 1.8kN Py = 6kN Pz = 20kN

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход с пост. силой

Состояние вертолѐта:
G = 50.0 t
свободно опертый вертолѐт

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход с пост. силой

Состояние вертолѐта:
G = 50.0 t
Px = 1.8 kN Py = 6.0 kN Pz = 20 kN



The Results of AFRC experiments

Исследование АЧХ хвостовой балки вертолѐта МИ-26

Сравнение АЧХ различных экспериментов.

Сечение: **Хвостовой редуктор** Условные обозначения: **--- плоскость X** **--- плоскость Y** **--- плоскость Z**

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход

Состояние вертолѐта:
свободно опертый вертолѐт

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход

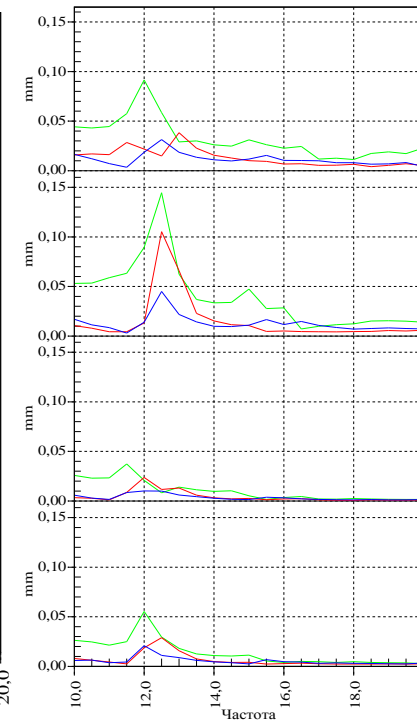
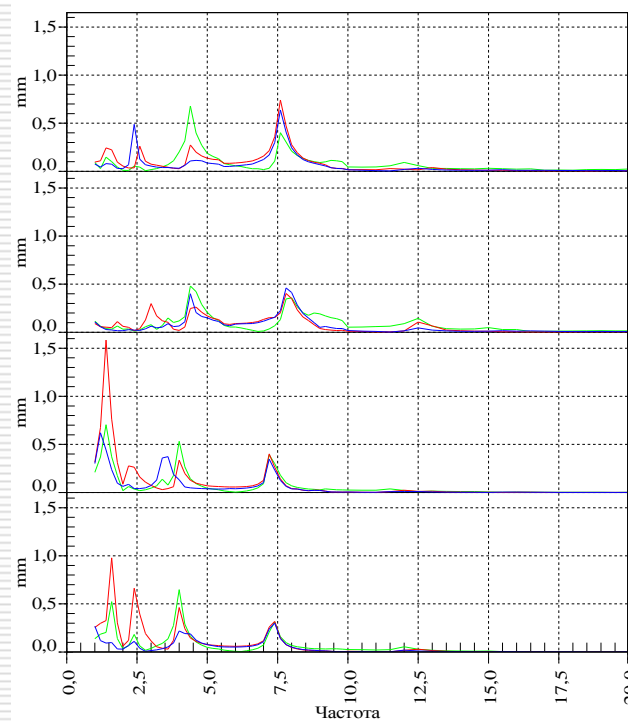
Состояние вертолѐта:
Px = 1.8kN Py = 6kN Pz = 20kN

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход с пост. силой

Состояние вертолѐта:
G = 50.0 t
свободно опертый вертолѐт

Способ нагружения:
вектор возбуждения - X
пошаговый проход с пост. силой

Состояние вертолѐта:
G = 50.0 t
Px = 1.8 kN Py = 6.0 kN Pz = 20 kN



The tail-beam AF response characteristics

RZEC Aviatest LNK

Исследование динамических характеристик хвостовой балки вертолёта МИ-26

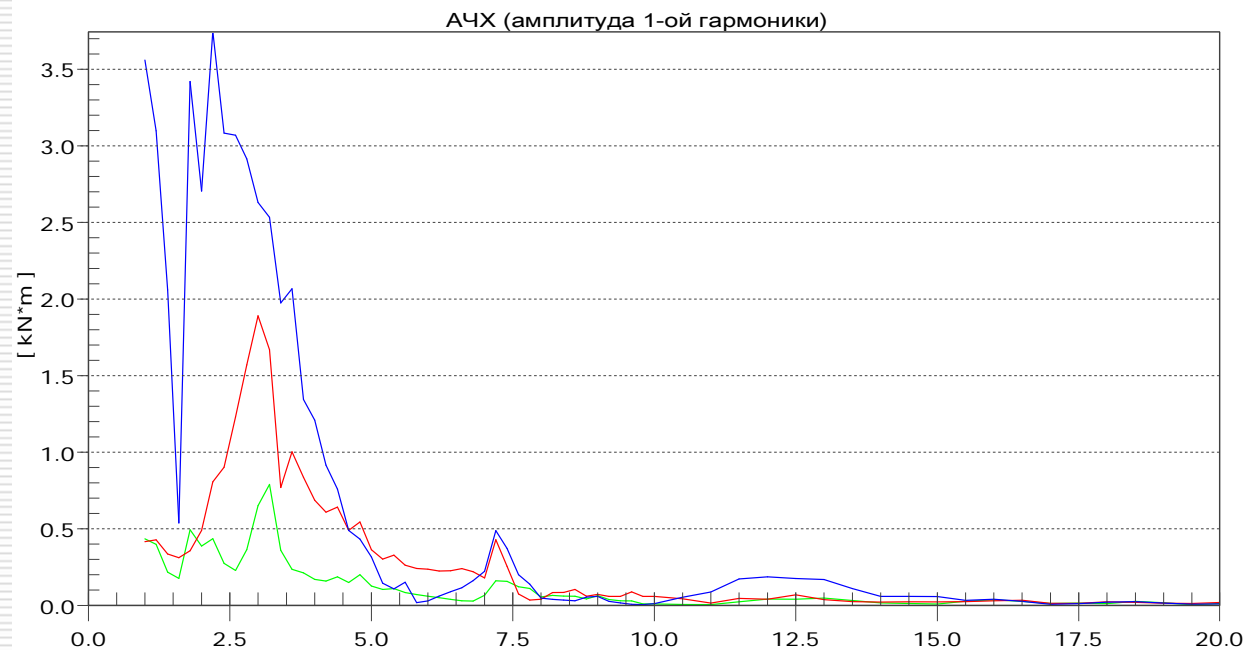
Способ нагружения: $P_x = 0,6 \text{ kN}$ (сист.управл."Триал"); вектор силы возбуждения - X

Состояние объекта: статическая нагрузка $P_x = -3.57 \text{ kN}$, $P_y = 2.34 \text{ kN}$, $P_z = 35.0 \text{ kN}$

Параметр измерения: Моменты в рабочем сечении № 1

Единица измерения: $\text{kN}\cdot\text{m}$

Условные обозначения: M_x_1 M_y_1 M_z_1



Дата и время эксперимента: 09.11.2006 12:55



HBM HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK

The tail-beam AF response characteristics

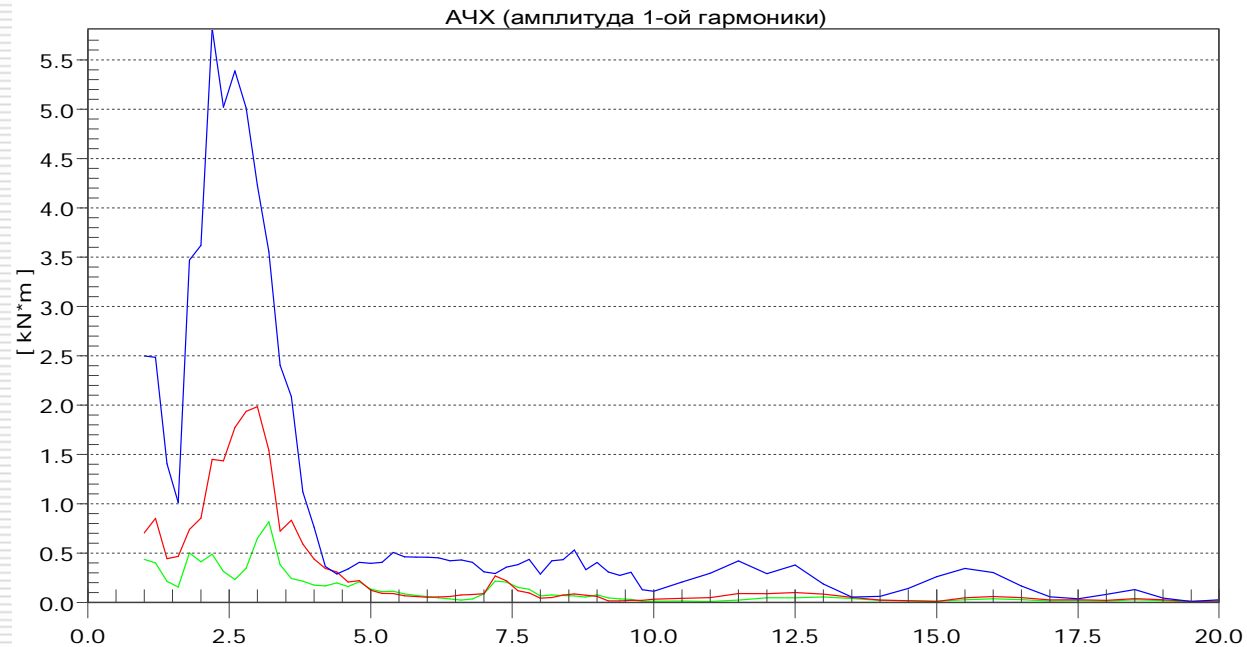
RZEC Aviatest LNK

Исследование динамических характеристик хвостовой балки вертолёта МИ-26

Способ нагружения: $P_x = 0,6 \text{ kN}$ (сист.управл."Триал"); вектор силы возбуждения - X
Состояние объекта: статическая нагрузка $P_x = -3.57 \text{ kN}$, $P_y = 2.34 \text{ kN}$, $P_z = 35.0 \text{ kN}$

Параметр измерения: Моменты в рабочем сечении № 2
Единица измерения: $\text{kN}\cdot\text{m}$

Условные обозначения: M_x_2 M_y_2 M_z_2



Дата и время эксперимента: 09.11.2006 12:55



HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK

The tail-beam AF response characteristics

RZEC Aviatest LNK

Исследование динамических характеристик хвостовой балки вертолёта МИ-26

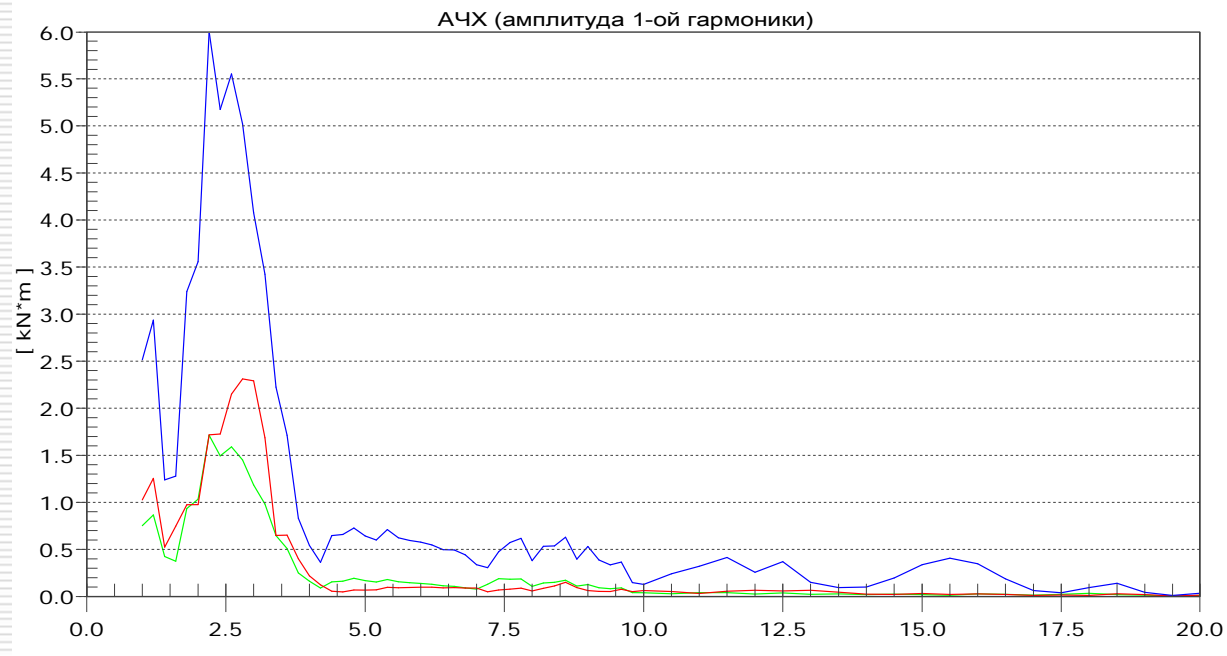
Способ нагружения: $P_x = 0,6 \text{ kN}$ (сист.управл."Триал"); вектор силы возбуждения - X

Состояние объекта: статическая нагрузка $P_x = -3.57 \text{ kN}$, $P_y = 2.34 \text{ kN}$, $P_z = 35.0 \text{ kN}$

Параметр измерения: Моменты в рабочем сечении № 3

Единица измерения: $\text{kN}\cdot\text{m}$

Условные обозначения: M_x_3 M_y_3 M_z_3

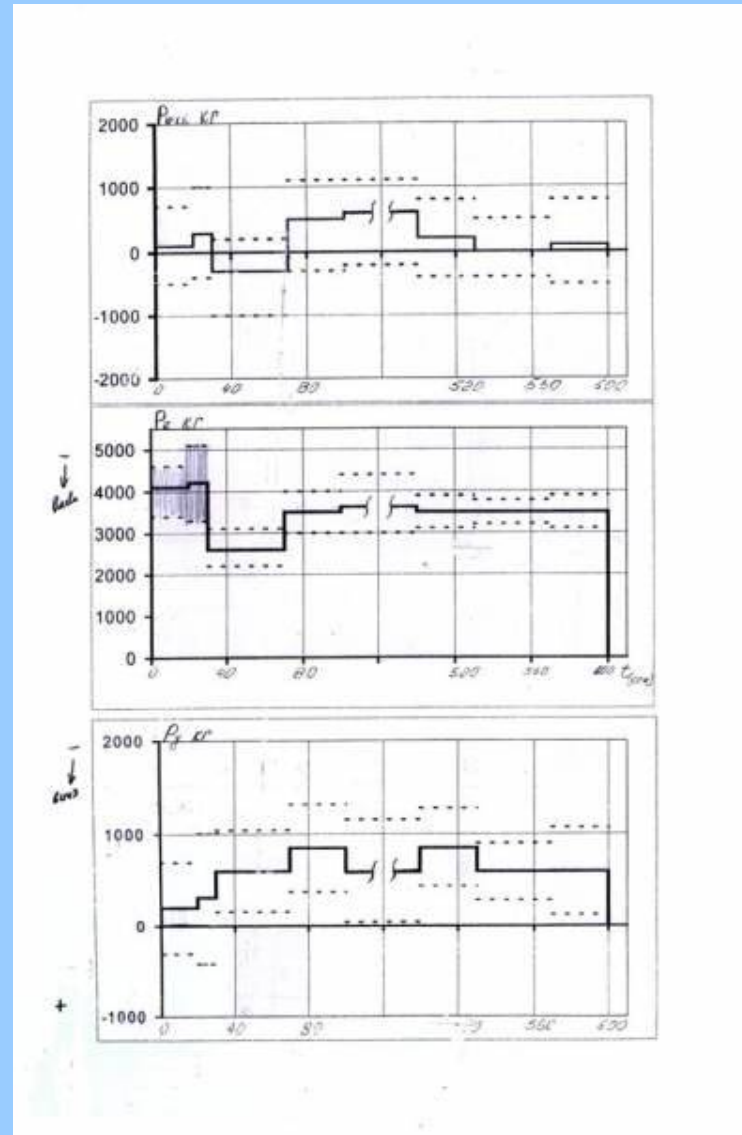
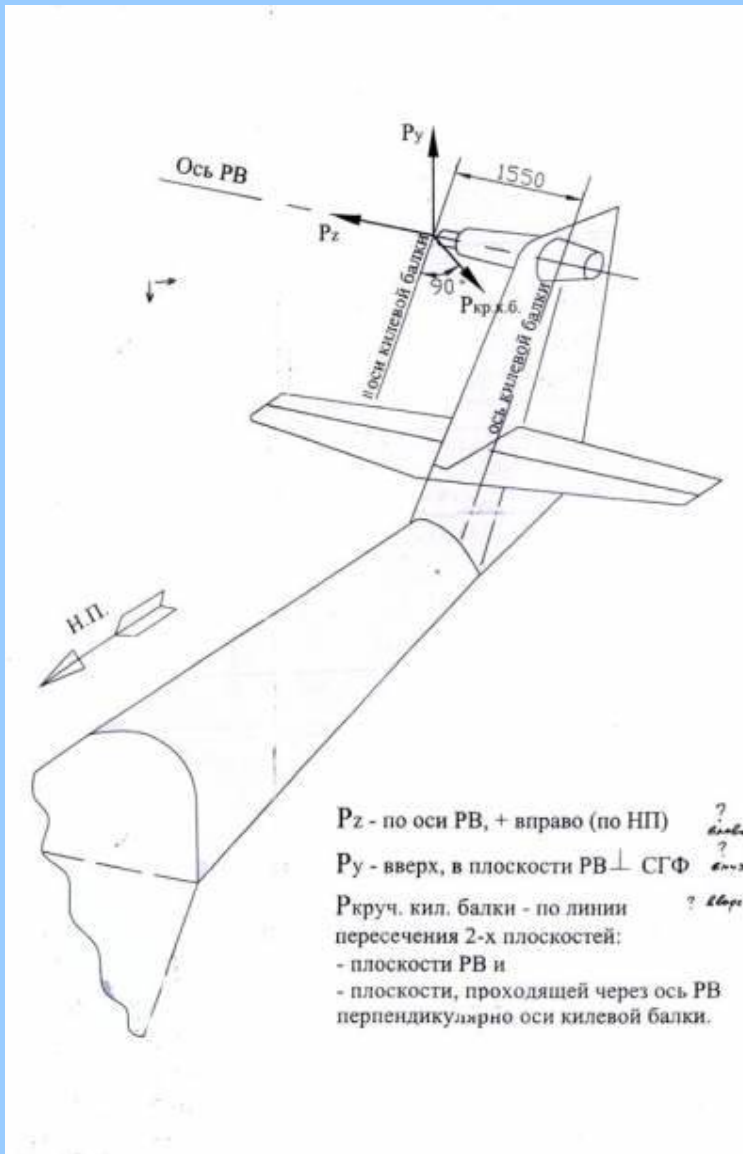


Дата и время эксперимента: 09.11.2006 12:55

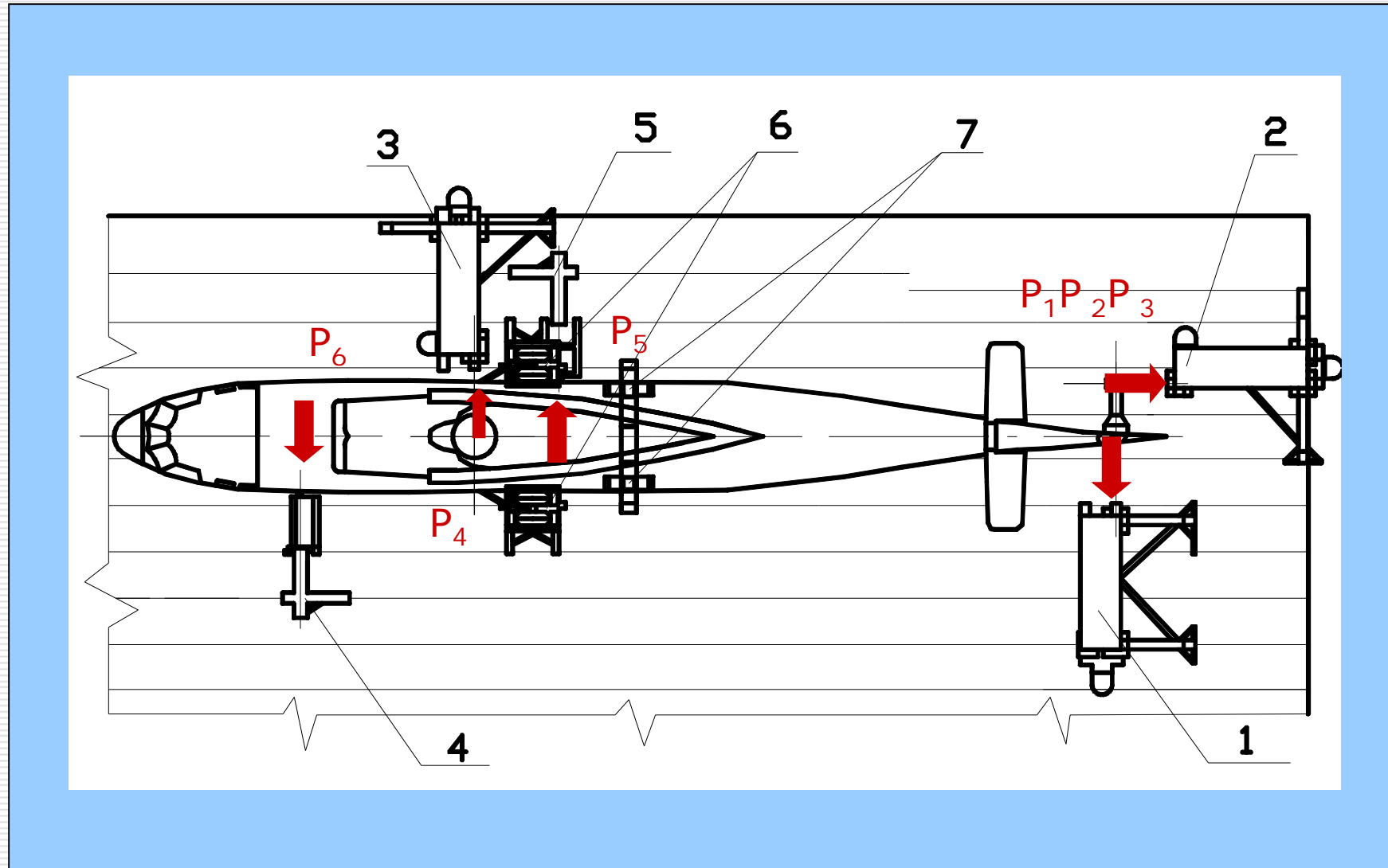


HBM HOTTINGER BALDWIN MESSTECHNIK

TEST LOADING DIAGRAM



DESIGN of TEST RIG



Динамические каналы - $P_1 P_2 P_3$
Статические каналы - $P_4 P_5 P_6$

Main View of Test Rig



Different views inside hangar



The Test Loads applied to Tail Rotor Dummy Hub



Different views of Tail-Rotor Dummy Hub



со стороны портала Px



со стороны портала Pz

The Cargo Load along the floor of the Cargo Cabin



Рычажная система нагружения каналов №№ 5 и 6. Мешки с песком.

Cargo Cabin Load's Hydraulic actuators



Портал гидроцилиндра № 6



Портал гидроцилиндра № 5

Cargo Cabin loading facilities



Рычажная система г/ц канала № 6



Компенсирующий амортизатор
г/ц канала № 6

The Left and Right Tires Mooring



Левое колесо



Правое колесо

Actuator's Portal Frames



Портал для гидроцилиндра Р₄



Портал для гидроцилиндра Р₇

Dynamic hydraulic actuators designed «ПКЦ Системы ТРИАЛ»

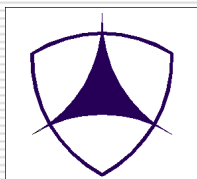


Установка гидроцилиндра на портале



Поставка гидроцилиндров

Actuators Control Console designed «ПКЦ Системы ТРИАЛ»

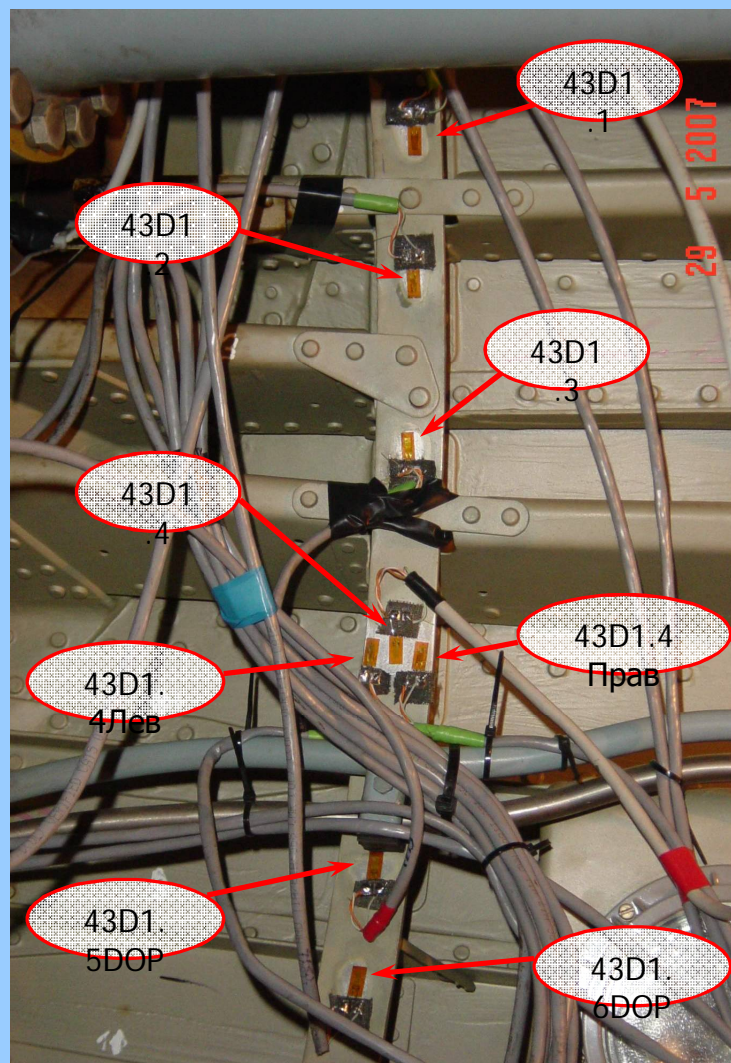


Блок управления на 6 каналов

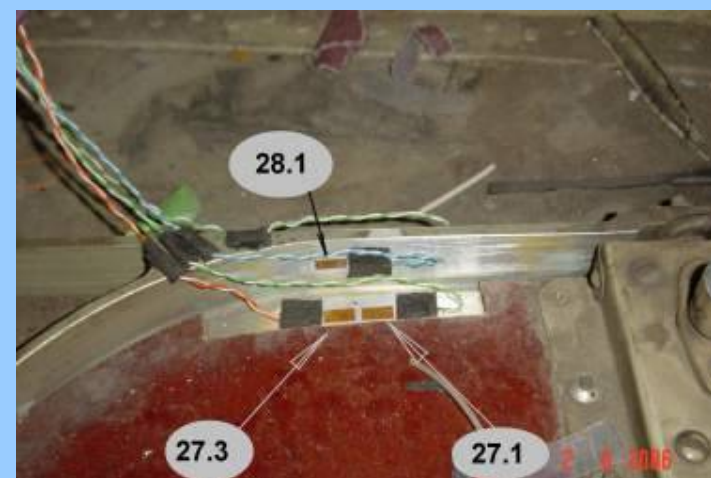
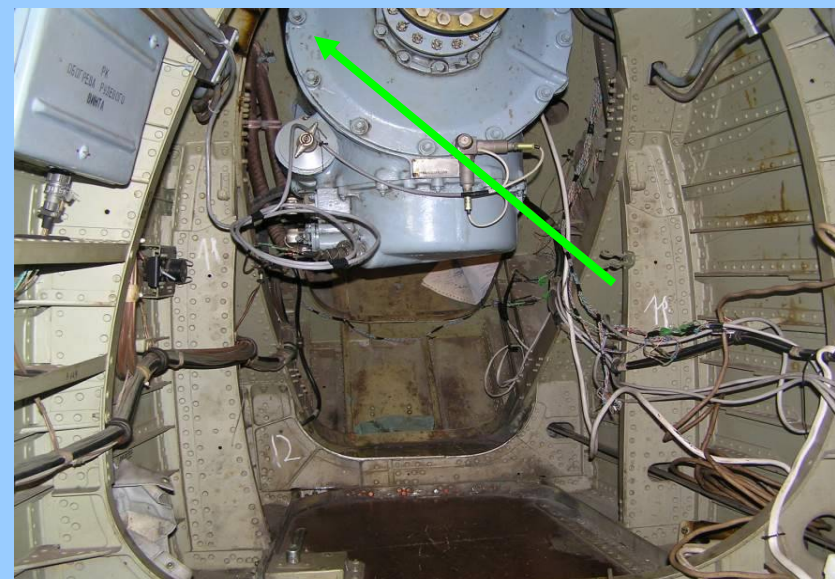
This slide is out of a topic of our presentation 😊



The Setting of tenzogauges



На шпангоуте, стрингерах

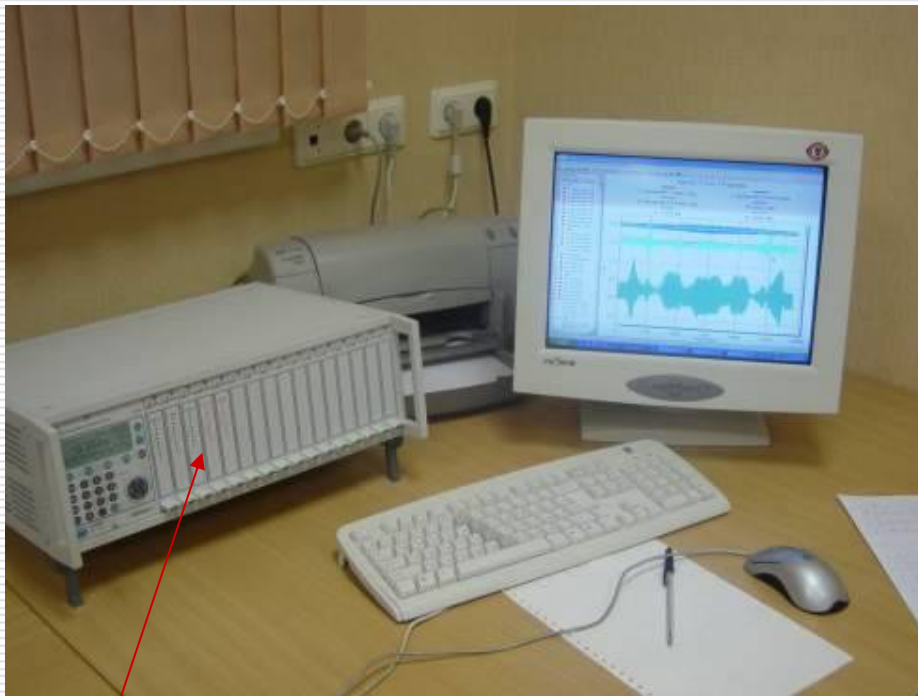


На окантовке люка

The Acquisition and Control Systems Lodging



The Acquisition System MGCplus



Системный блок MGCplus



Рабочее место оператора системы сбора и обработки информации

The trial of test research and investigations of MI-26T in AVIATEST



Зимой



Летом

TEST "FLIGHT" parameters

Static loads

$$P_1 = P_z = 3650 \text{ kG}$$

$$P_2 = P_y = -236 \text{ kG}$$

$$P_3 = P_x = 364 \text{ kG}$$

$$P_4 = 3320 \text{ kG}$$

$$P_5 = 7890 \text{ kG}$$

$$P_6 = 8640 \text{ kG}$$

Dynamic loads

$$\Delta P_{z1} = \pm 650 \text{ kG} \quad f_1 = 2,2 \text{ Hz}$$

$$\Delta P_{z2} = \pm 60 \text{ kG} \quad f_2 = 17,5 \text{ Hz}$$

$$\Delta P_{y1} = \pm 560 \text{ kG} \quad f_1 = 2,2 \text{ Hz}$$

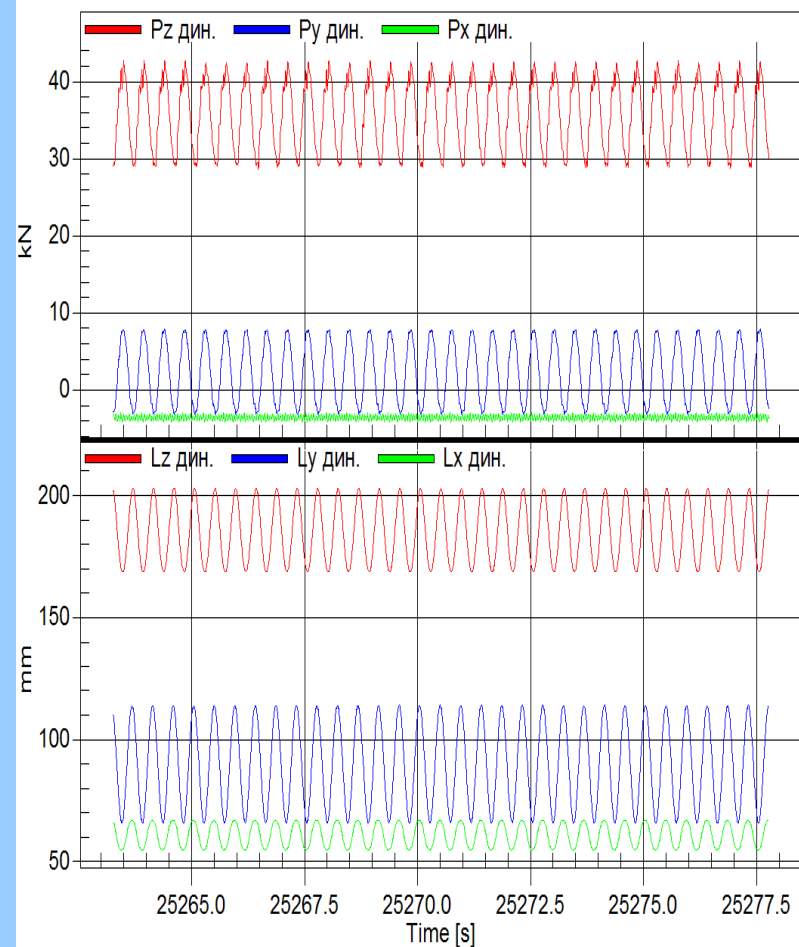
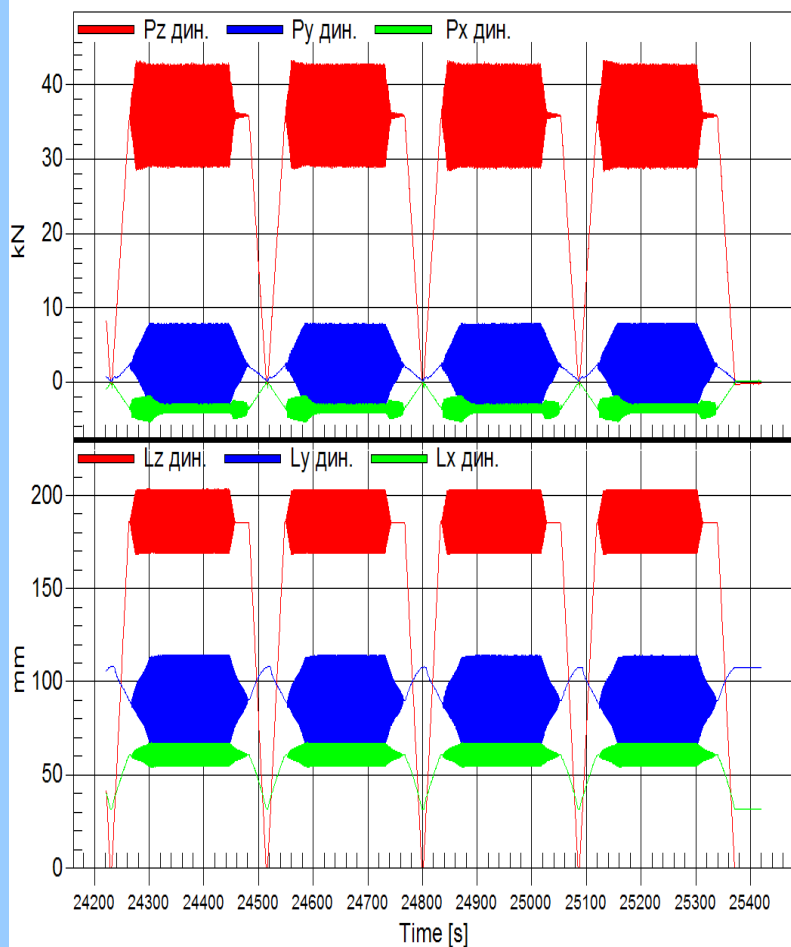
$$\Delta P_{y2} = \pm 25 \text{ kG} \quad f_2 = 17,5 \text{ Hz}$$

$$\Delta P_{x1} = \pm 0 \text{ kG}$$

$$\Delta P_{x2} = \pm 45 \text{ kG} \quad f_2 = 17,5 \text{ Hz}$$

The Test Outcomes

(нагрузка в kN и перемещения в мм для P_x, P_y, P_z)

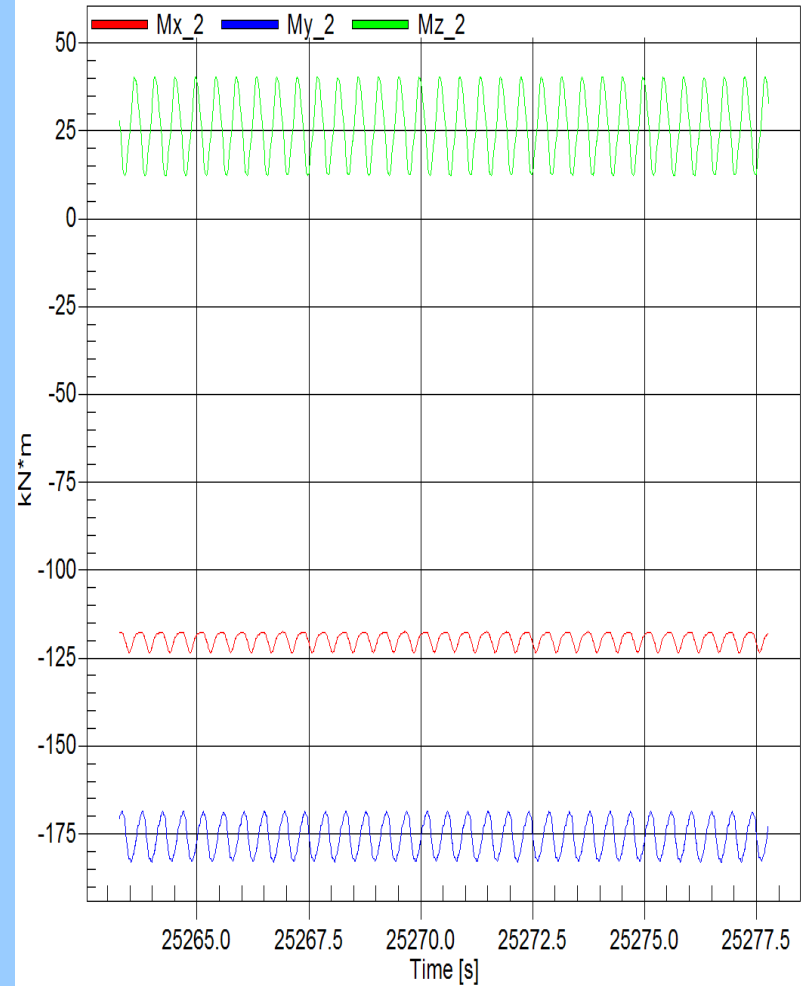
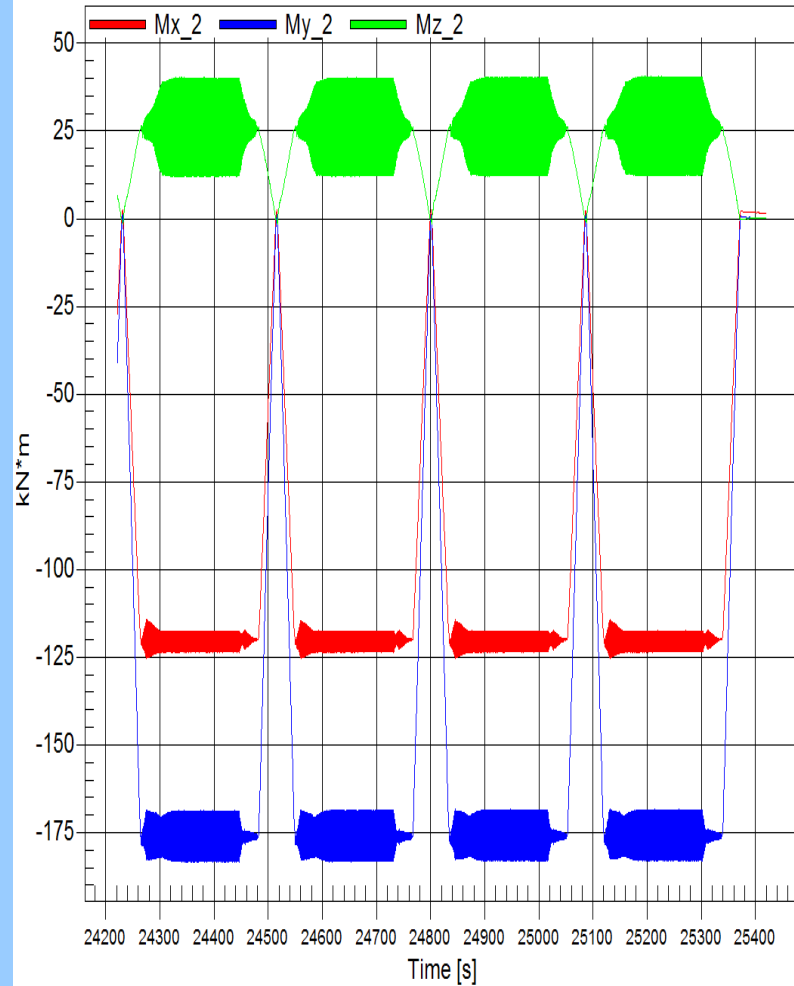


Стендовые "полёты" 31 июля 2007 года. № 4468 - 4471



The Test Outcomes

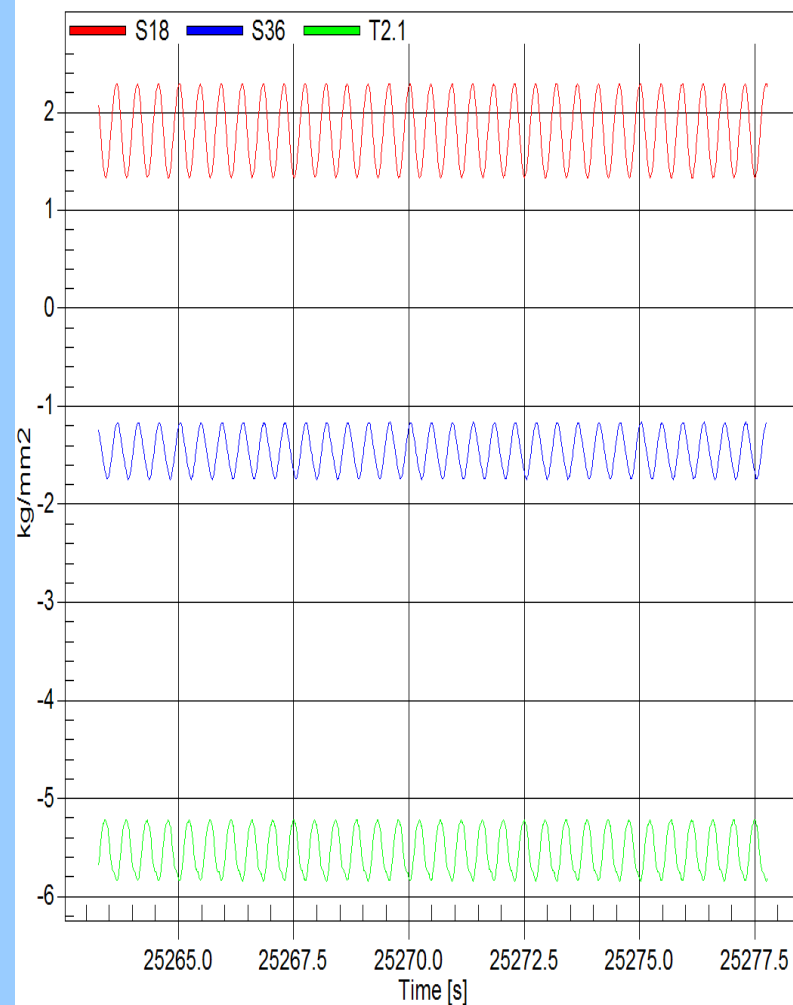
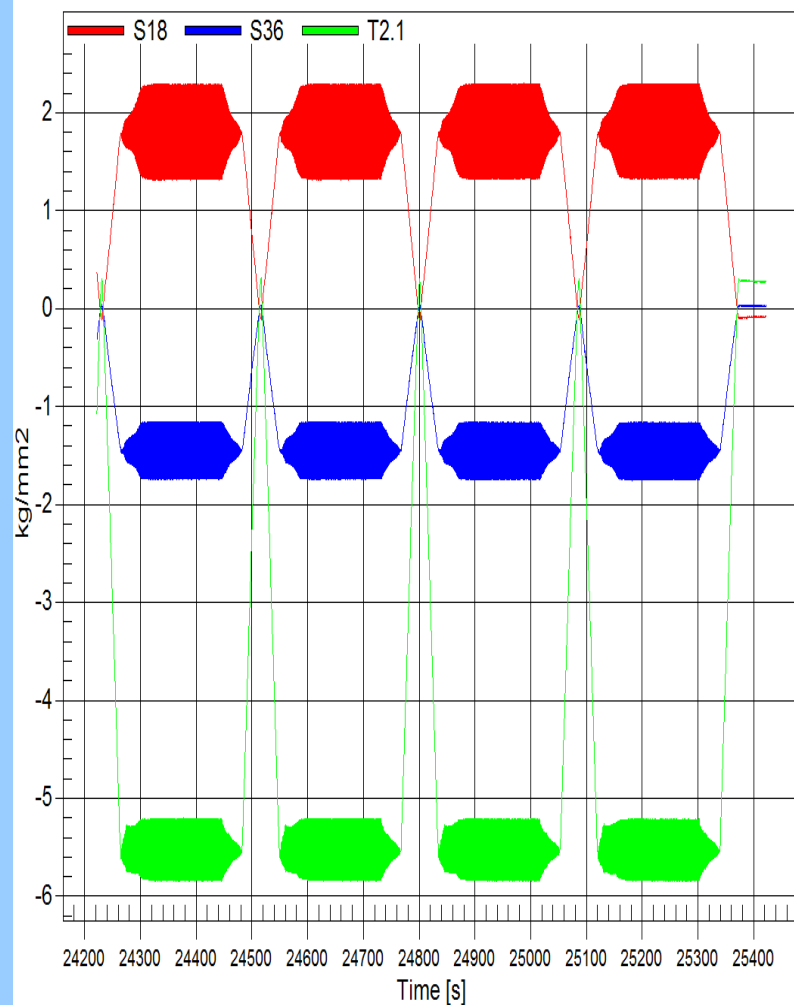
(моменты в $\text{kN}\cdot\text{m}$ для сечения № 2 M_x, M_y, M_z)



Стендовые "полёты" 31 июля 2007 года. № 4468 - 4471

The Test Outcomes

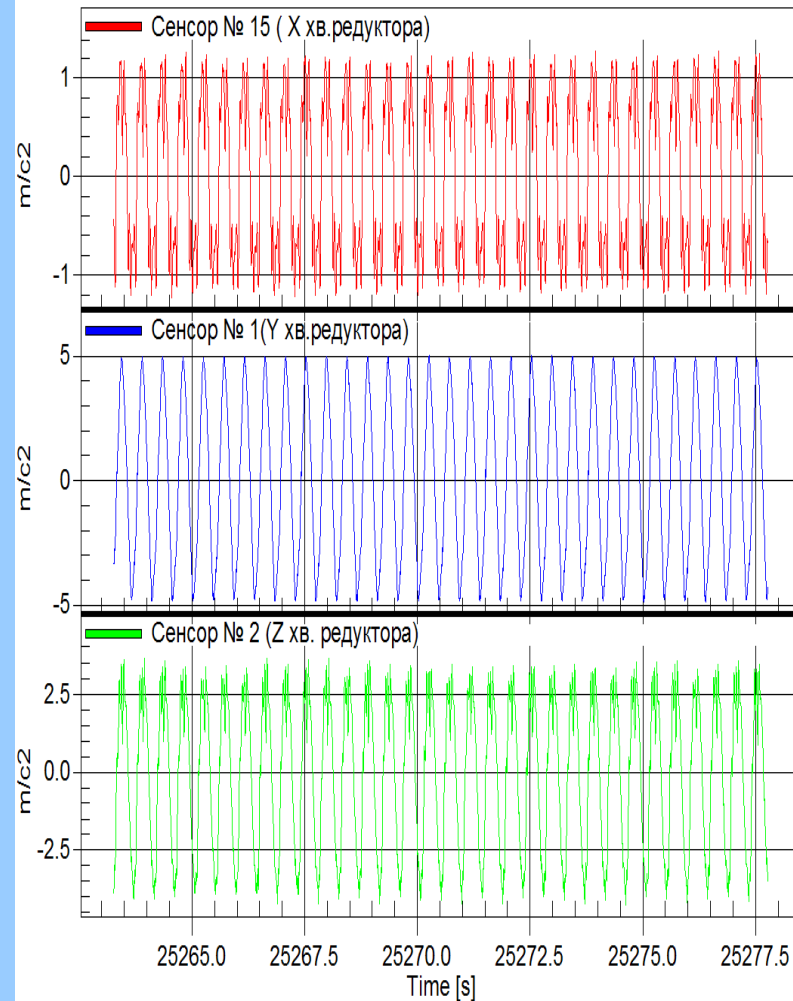
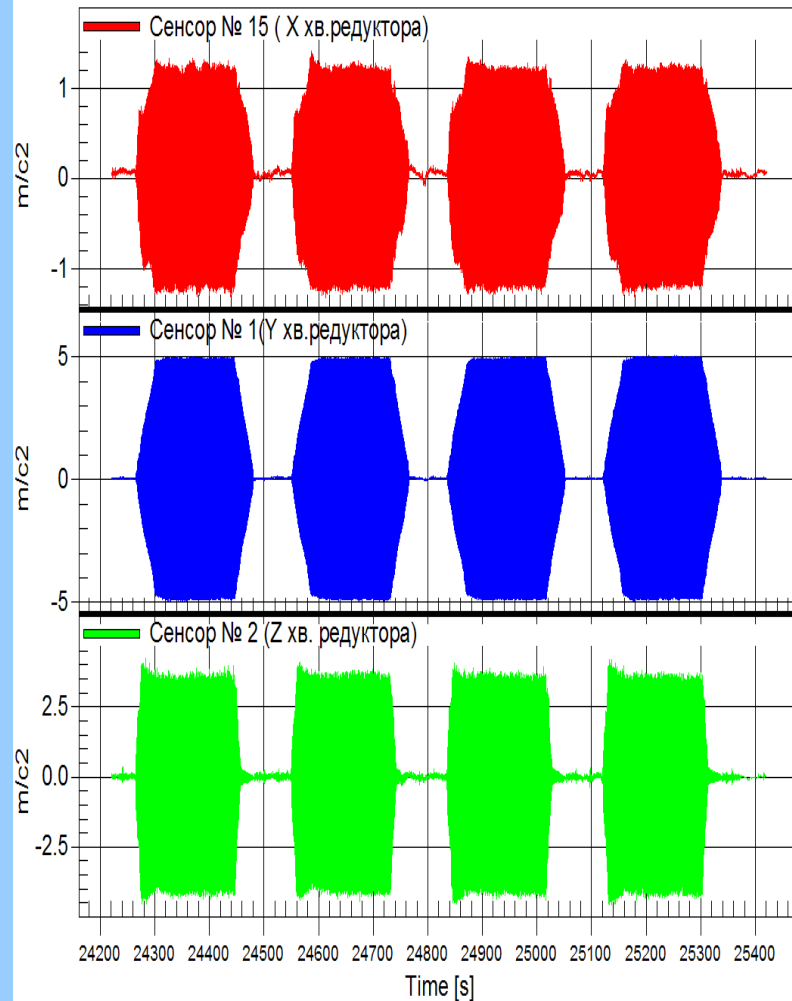
(данные тензометрирования σ (кг/мм²))



Стендовые "полёты" 31 июля 2007 года. № 4468 - 4471

The Test Outcomes

(записи с акселерометров в м/сек²)



Стендовые "полёты" 31 июля 2007 года. № 4468 - 4471

Fatigue Cracks during Operation



Fatigue Cracks during Testing



The Fatigue Cracks Repair



ремонтные наклейки снаружи



вырез стрингера



ремонт стрингера





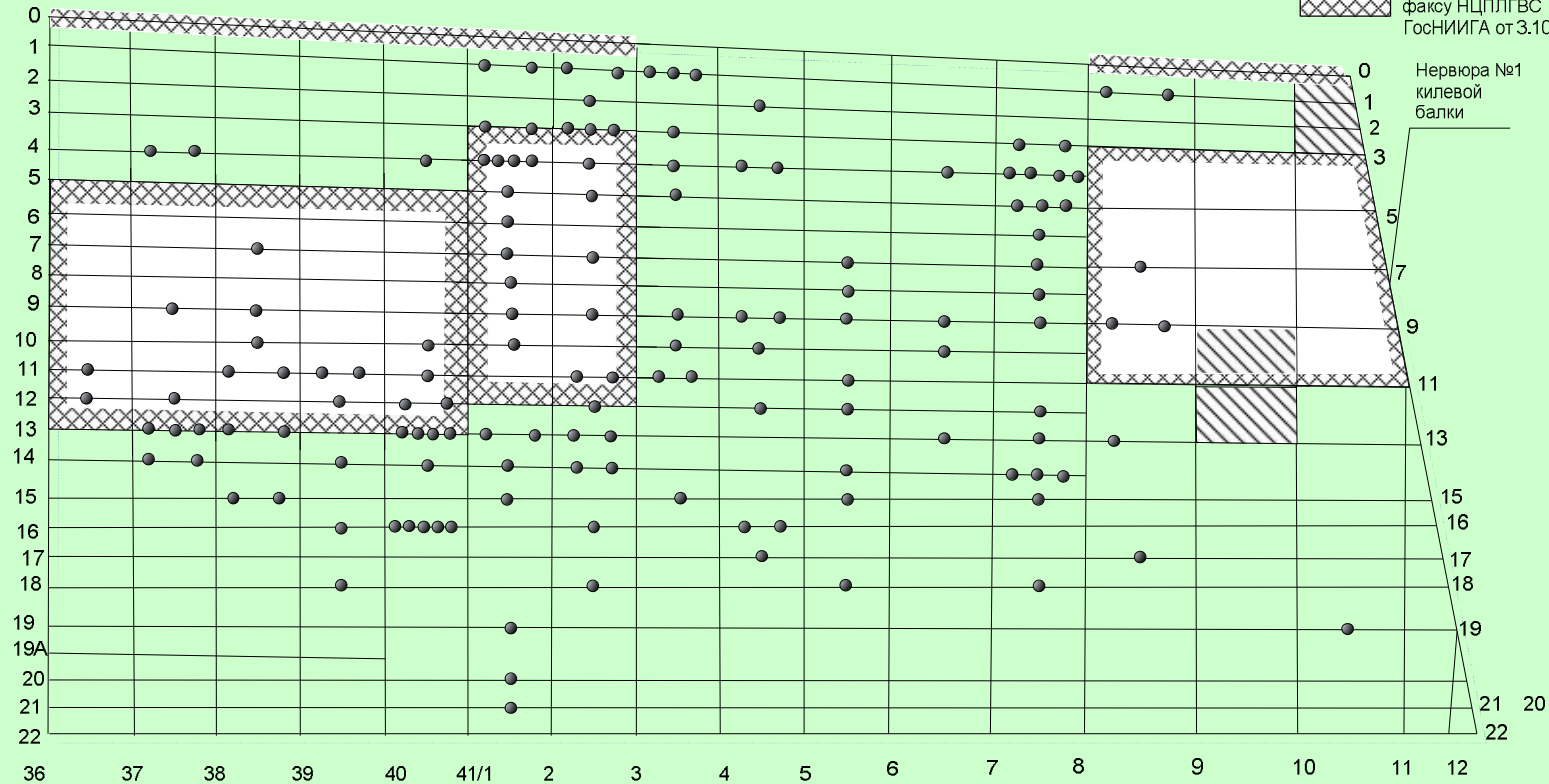
ремонтная наклейка через шпангоут

The cracks disposition before the Testing (right side of tail beam)

Схема расположения трещин в стрингерах хвостовой части фюзеляжа (36...41 шп.) и хвостовой балки по правому борту вертолета Ми-26Т в «Авиатест ЛНК» перед началом испытаний.

← Н.П.

-  - зоны затрудненного осмотра
-  - зоны ВТ-контроля вновь появившихся трещин (по факсу НЦПЛГВС ГосНИИГА от 3.10.2006 г.)

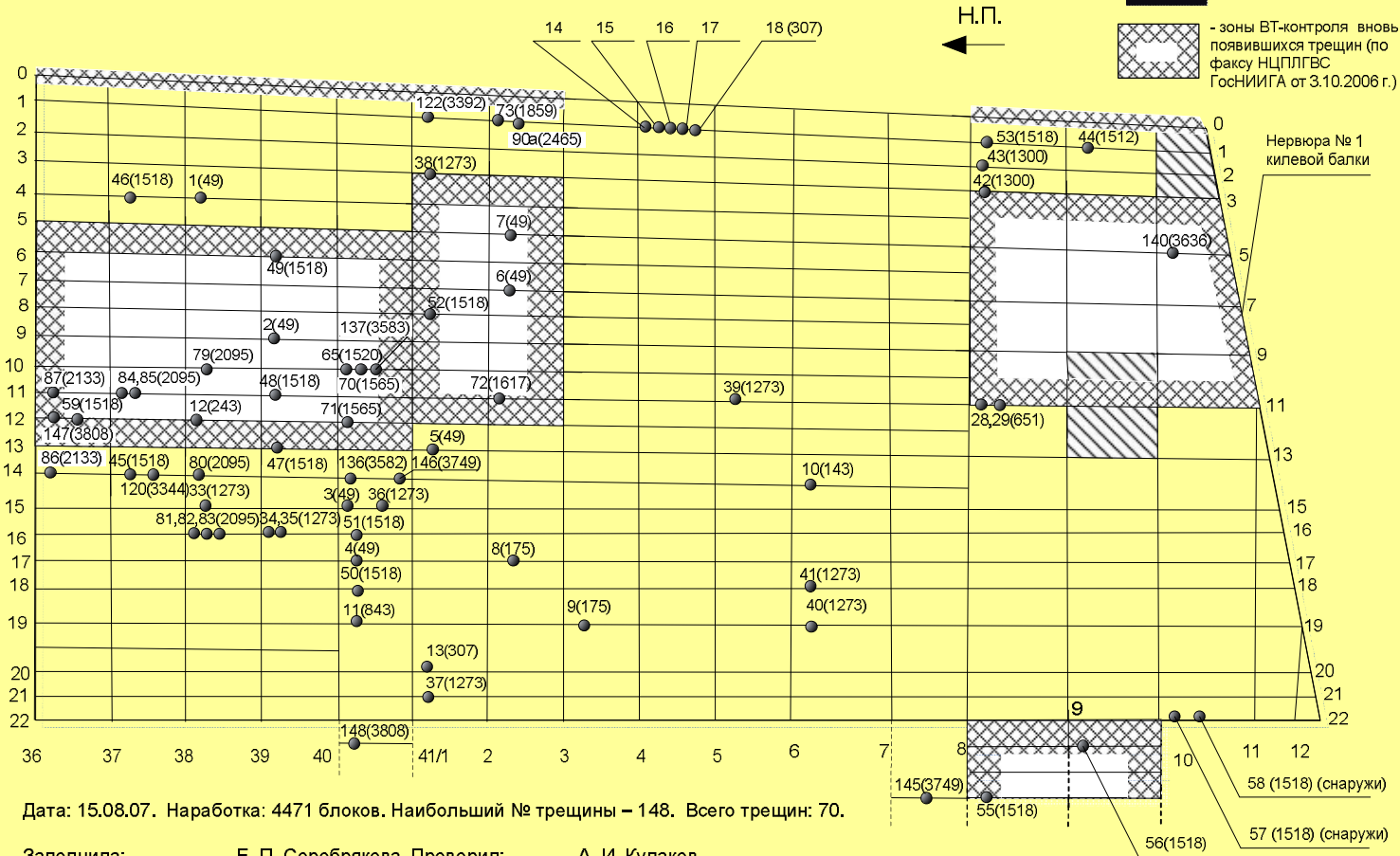


Дата: 29.06.05. Нарботка: 0 блоков. Всего трещин: 142.

Заполнила: Е. П. Серебрякова. Проверил: А. И. Кулаков.

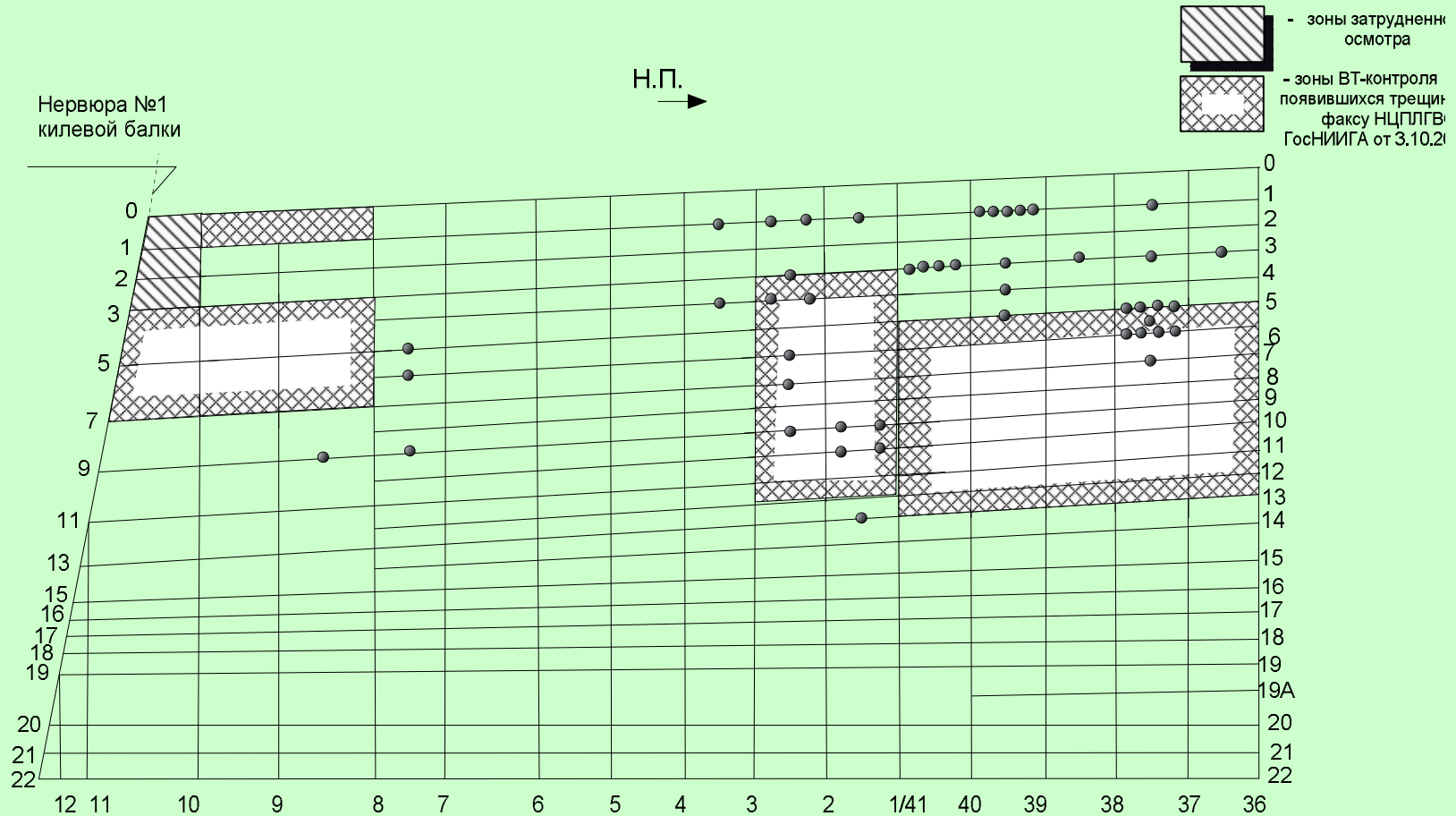
The New Cracks disposition after 4471 test flights (right side of tail beam)

Схема трещин в центральной части фюзеляжа Ми-26Т (36...41 шп.) и хвостовой балки по правому борту при стендовых испытаниях в «Авиатест ЛНК»



The cracks disposition before the testing (left side of tail beam)

Схема расположения трещин в стрингерах хвостовой части фюзеляжа (36...41 шп.) и хвостовой балки по левому борту вертолета Ми-26Т в «Авиатест ЛНК» перед началом испытаний.



Дата: 29.06.05 Нарботка: 0 блоков. Всего трещин: 46.

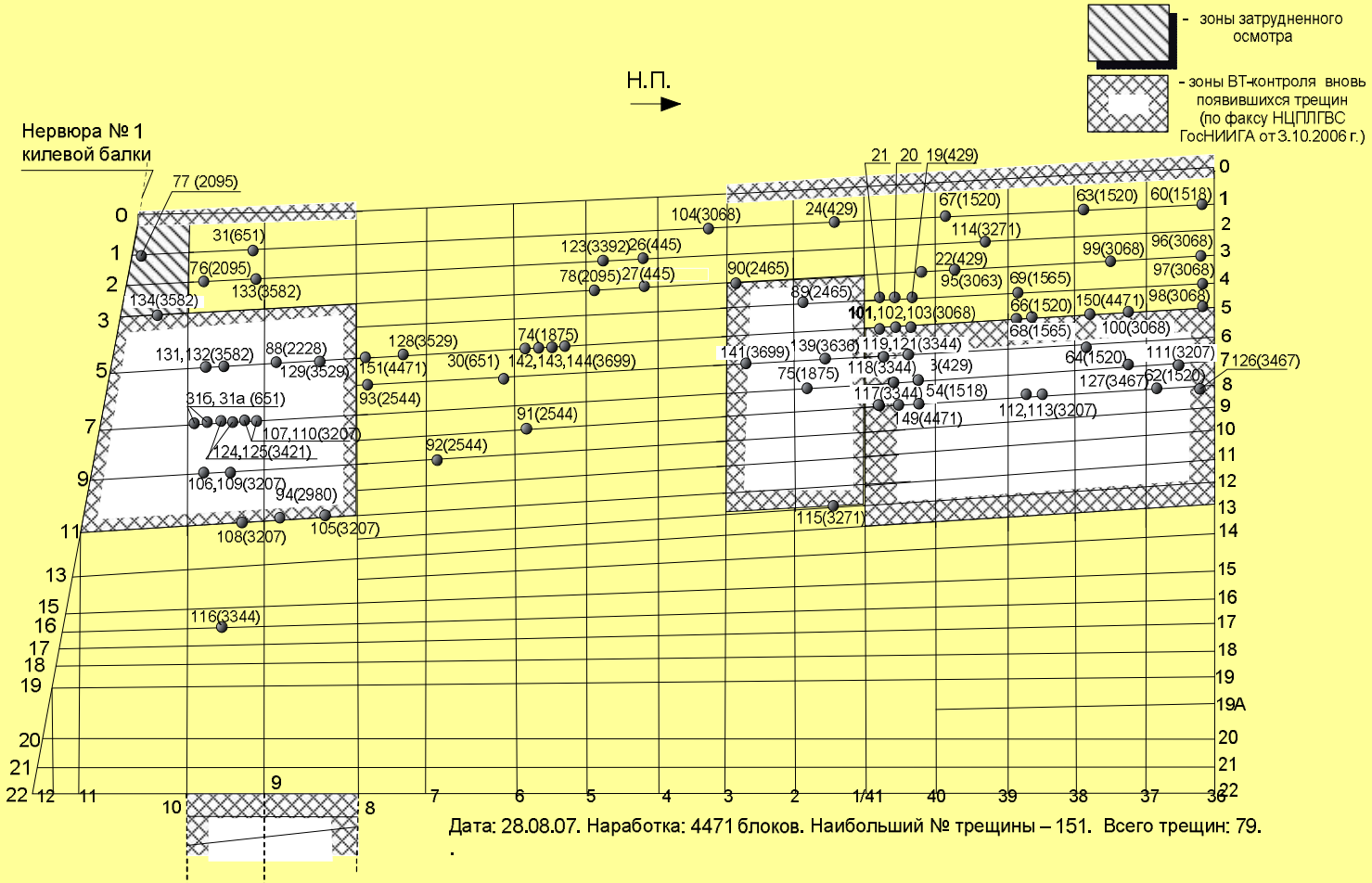
Заполнила:

Е. П. Серебрякова. Проверил:

А. И. Кулаков.

The New Cracks disposition after 4471 test flights (left side of tail beam)

испытаниях в «Авиатест ЛНК»



The basic results of the MI-26T Testing in AVIATEST

- The tail beam's Amplitude-Frequency Response Characteristics research (in cooperation with Mil Moscow Helicopter Plant)
- The Determination of the Stress-Strain Distribution and Trouble Spots by Tensometry. The ways to Enforcements of Structure.
- The investigations of efficiency of repairs and enforcements.
- The Determination of Service Live Limits to MI-26N Tail Beam Components

Thank you for attention !!!



РНЭЦ «АВИАТЕСТ ЛНК»
Ул. Резекнес 1, LV – 1073, Рига, Латвия
тел/факс: (+371) 67 138 301
E-mail: aviatest@lnk.lv; Web: www.aviatest.lv