

СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

Универсальная малогабаритная инерциальная навигационная система авиационного применения

Н.Д. Богданов, инженер-конструктор КБ АРТ
ПАО «ПНППК»

Организатор



При поддержке



МИНПРОМТОРГ
РОССИИ



Ростех

Генеральный спонсор



ВЕРТОЛЕТЫ
РОССИИ

Устроитель





Цель работы

Разработка и испытания универсальной инерциальной навигационной системы с подстраиваемой системой амортизации для расширения возможных областей применения

План доклада

- Общая информация
- Постановка задачи
- Рассмотрение новой конструкции
- Оценка новой конструкции
- Анализ автономных результатов испытаний ИНС
- Варианты применения разработанной ИНС
- Результаты испытаний ИНС в составе изделия

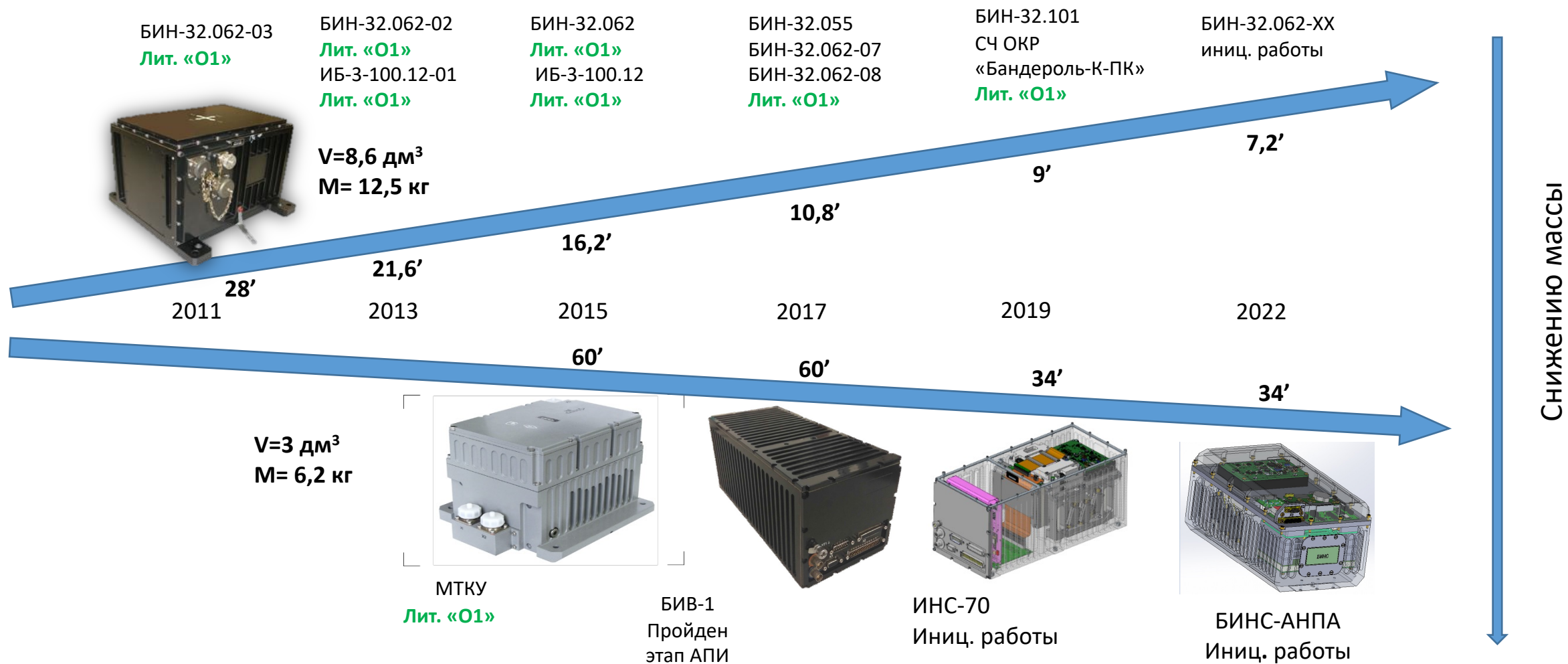


СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

Общая информация

Тенденции развития БИНС на базе ВОГ



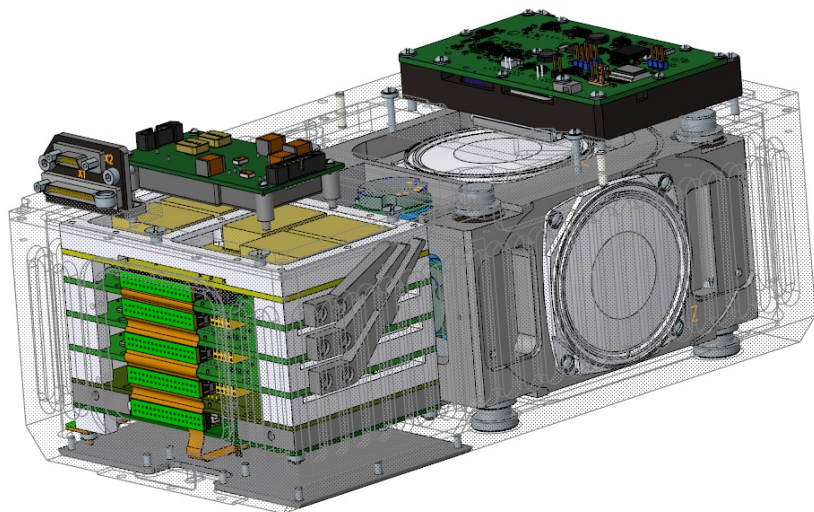
Универсальная малогабаритная ИНС с настраиваемой системой амортизации



СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

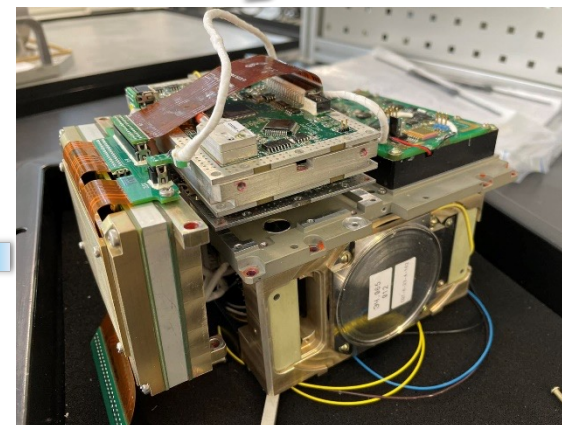
Общая информация



Назначение:
ориентация и навигация
объекта в пространстве с
помощью инерциальных
датчиков



АЦП



Вычислитель



БО ВОГ



3 ВОГ с Ø70



3 кварцевых
АКС

Параметр	Значение
Напряжение питания, В	От 22 до 30 (27 номинальное)
Потребляемая мощность, Вт	Не более 25
Масса, кг	4,8
Габариты, ШхВхД, мм	Ø160x241

Универсальная малогабаритная ИНС с настраиваемой системой амортизации

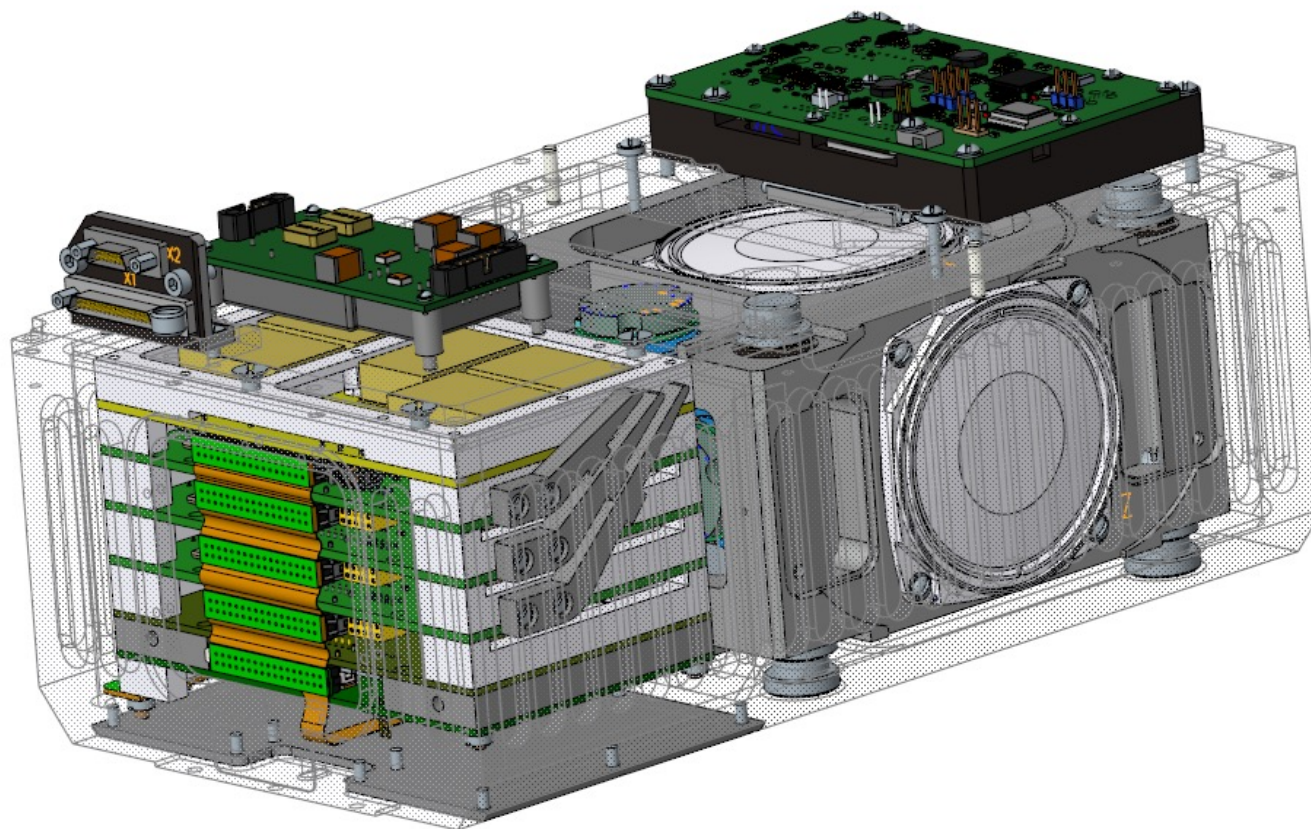


Постановка задачи

Задача – разработка ИНС, соответствующей ВВФ по КТ-160G

Проблема – обеспечение требований по вибропогрешности ВОГ и АКС при воздействии вибрации.

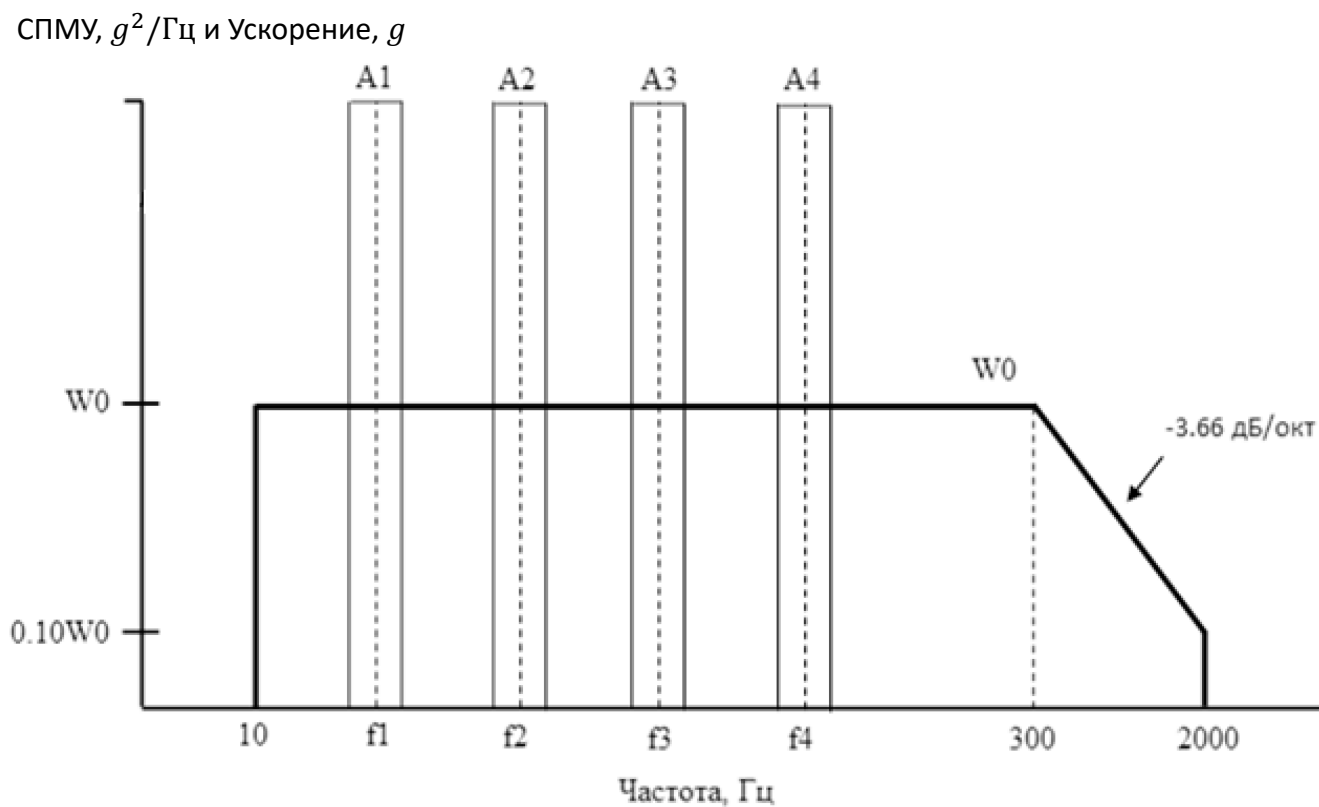
ИНС для вертолётa любого типа



Постановка задачи

Вибрация раздел 8.0 КТ-160G категория (U) G

Наименование испытания	Уровень ШСВ	Номер испы- тания	Частоты синусоидальной вибрации (Гц)				Амплитуды синусоидальной вибрации (Гц)			
			f1	f2	f3	f4	A1	A2	A3	A4
Стандартная вибрация	Диапазон частот: от 10 до 2000 Гц; СПМУ случайной вибрации: 0,01 g²/Гц (2,75 G)	1	11	19,9	35,5	63,9	0,44	0,8	1,42	1,6
		2	13,4	24	43,4	77,8	0,54	0,96	1,6	1,6
		3	16,3	29,2	52,5	94,9	0,65	1,17	1,6	1,6
Жесткая вибрация	Диапазон частот: от 0 до 2000 Гц; СПМУ случайной вибрации: 0,02 g²/Гц (3,89 G)	1	11	19,9	35,5	63,9	0,7	2,48	2,5	2,5
		2	13,4	24	43,4	77,8	1,18	2,5	2,5	2,5
		3	16,3	29,2	52,5	94,9	1,76	2,5	2,5	2,5
Примечания										
1 Обеспечиваемый входной уровень вибрации должен включать сумму частот синусоидальной вибрации и широкополосной случайной вибрации.										
2 Частоты синусоидальной вибрации должны изменяться с логарифмической скоростью качания, не превышающей 1 октаву в минуту в диапазоне от $f_n \cdot 0,9$ до $f_n \cdot 1,10$ (где f_n – это частоты синусоидальной составляющей вибрации из испытательного спектра).										
3 Время испытания при каждом наборе синусоидальных составляющих вибрации – 10 мин. Общее время воздействия на одну ось 30 мин.										
4 Кривая распределения спектральной плотности мощности ускорения (СПМУ) случайной вибрации от частоты показана на рисунке Б.6 приложения Б.										





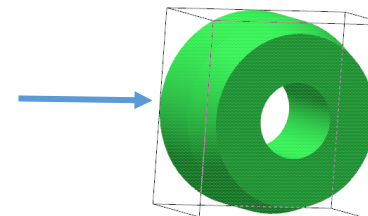
СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

Постановка задачи

Решение проблемы виброустойчивости БЧЭ

Защитой БЧЭ от вибрации является система амортизации состоящая из демпферов



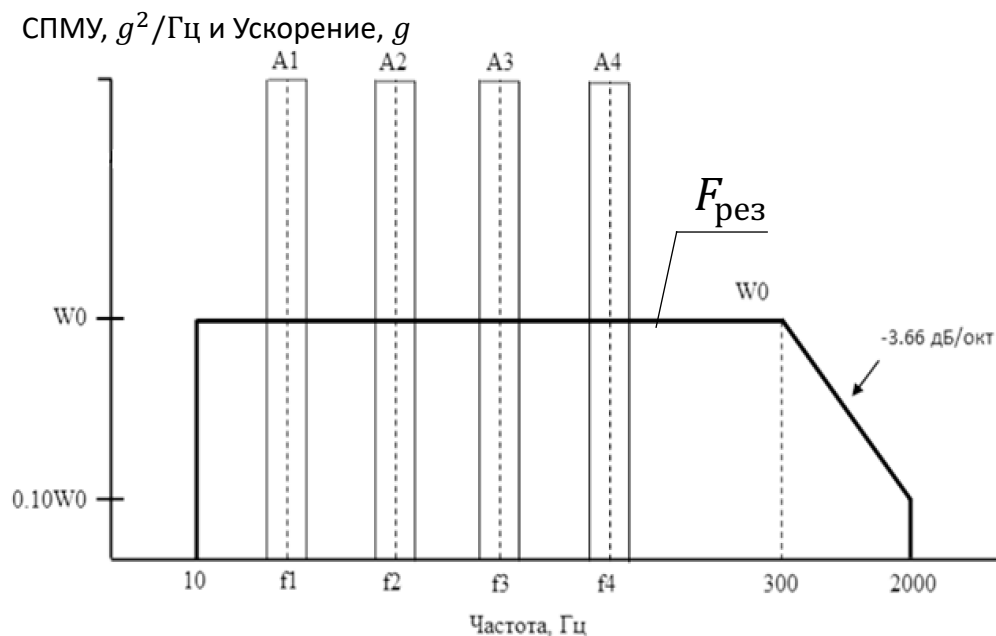
В рамках решения задачи виброустойчивости сформированы требования к разрабатываемой системе амортизации

Устойчивость к вибрации по КТ-160G

- обеспечение равных жёсткостно-демпфирующих характеристик амортизаторов;
- Обеспечение требуемой частоты резонанса амортизации.

Технологичность – обеспечение простоты настройки новой системы амортизации

Универсальность – обеспечение устойчивости к максимально возможному спектру ВВФ для всей линейки изделий на БЧЭ-70





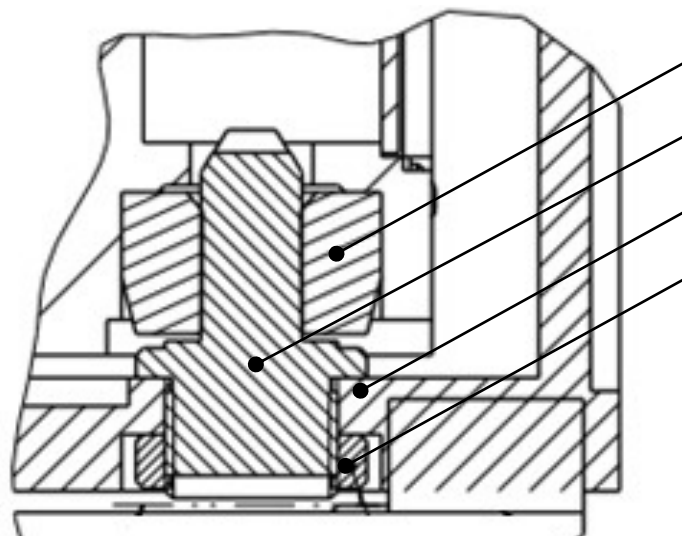
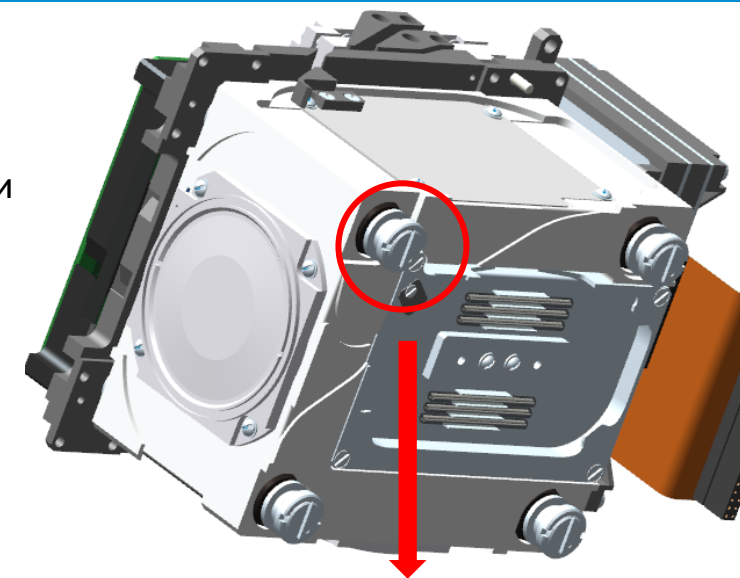
Предложенный способ решения

Разработанная система амортизации

В новой системе амортизации натяжение виброизоляторов выполняется регулировочными винтами (опорами). Равномерность натяжения обеспечивается динамометрической отверткой.

Плюсы данной системы амортизации:

- Обеспечение равных жёсткостно-демпфирующих характеристик всех осей виброизоляторов;
- Минимизация значений углового ускорения БЧЭ на резонансах амортизации;
- Настройка требуемой резонансной частоты для обеспечения виброустойчивости к разным режимам вибрации с помощью динамометрической отвертки.
- Простота настройки



Виброизолятор (резина)

Регул. винт (опора)

Корпус объекта

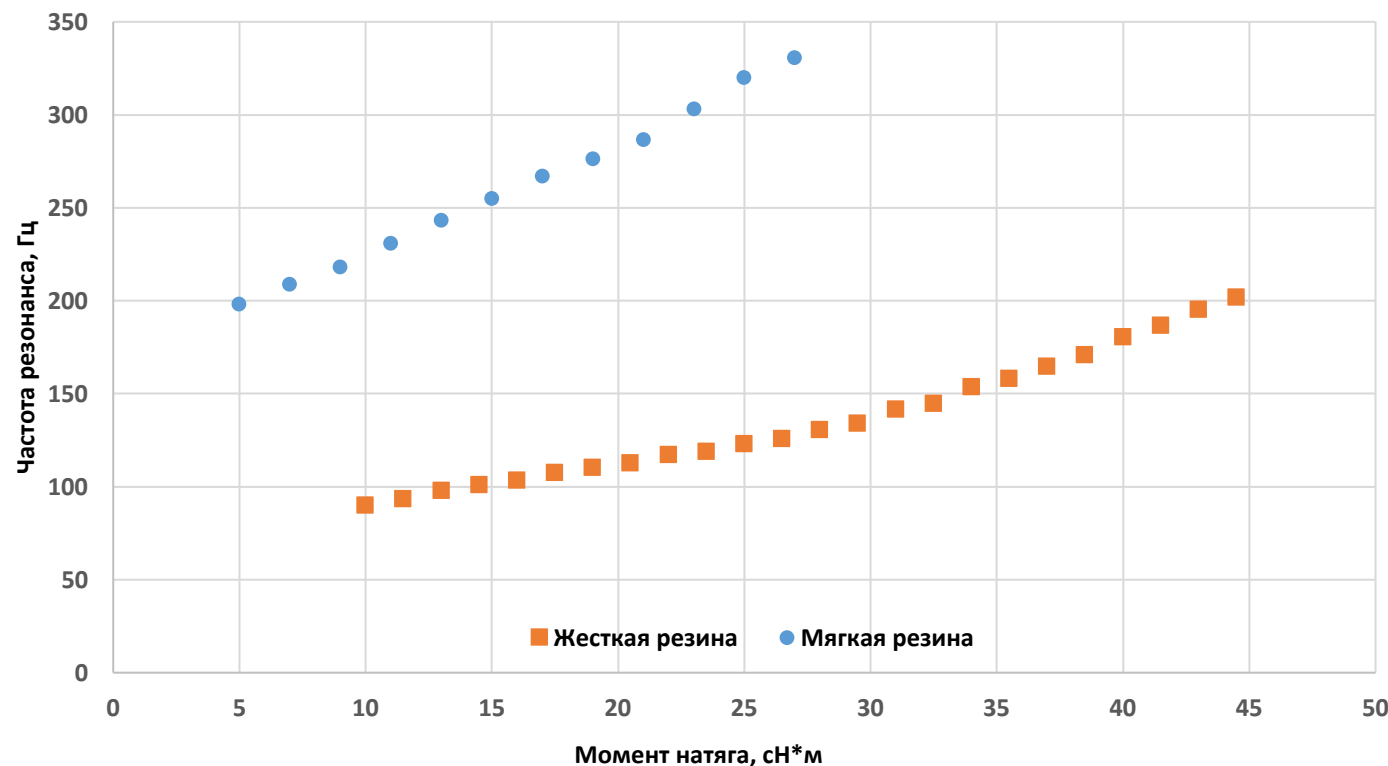
Стопорная гайка



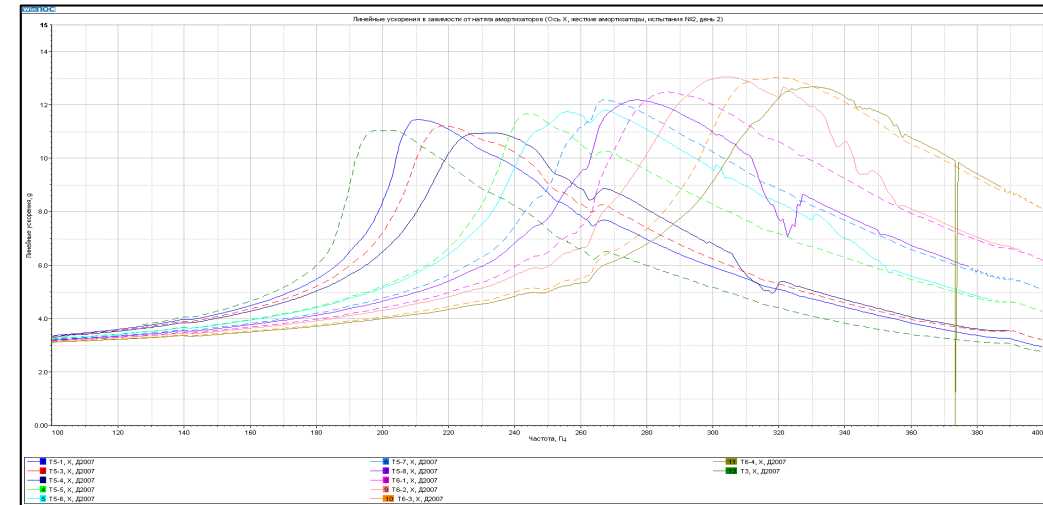
Оценка новой конструкции

Регулируемость резонансной частоты

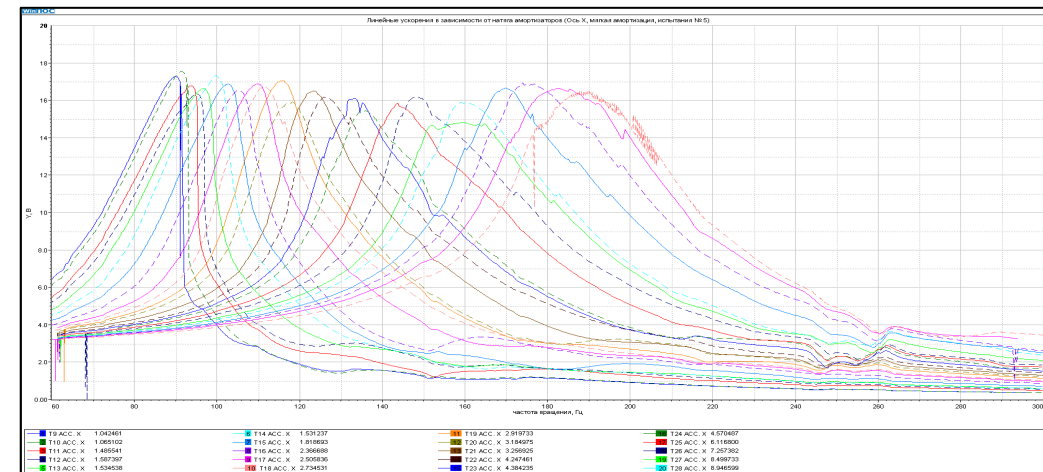
Произведена оценка регулируемости резонансной частоты амортизации с помощью динамометрической отвертки новой конструкции ИНС



Виброизолятор из «жесткой» резины 60-63 по Шору



Виброизолятор из «мягкой» резины 45-50 по Шору





СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

Оценка новой конструкции

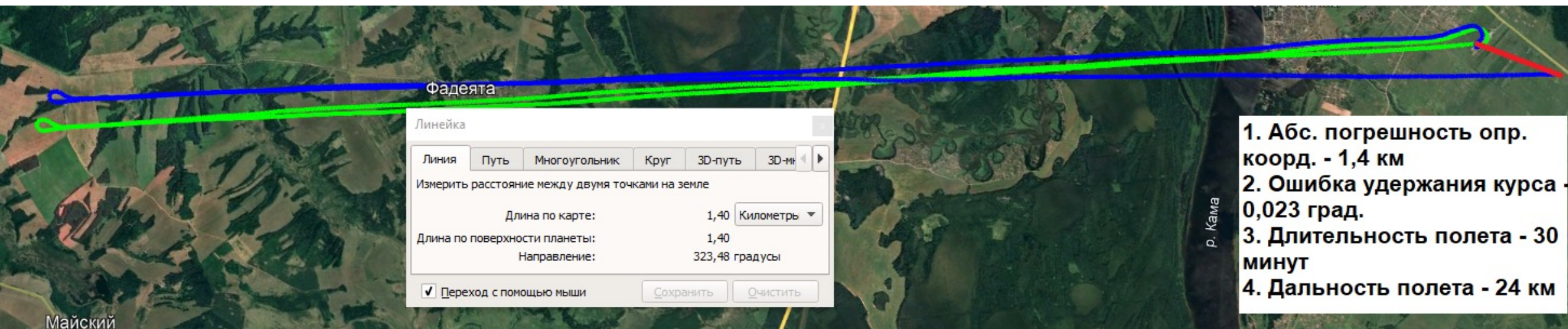




СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

Результаты летных испытаний на вертолете



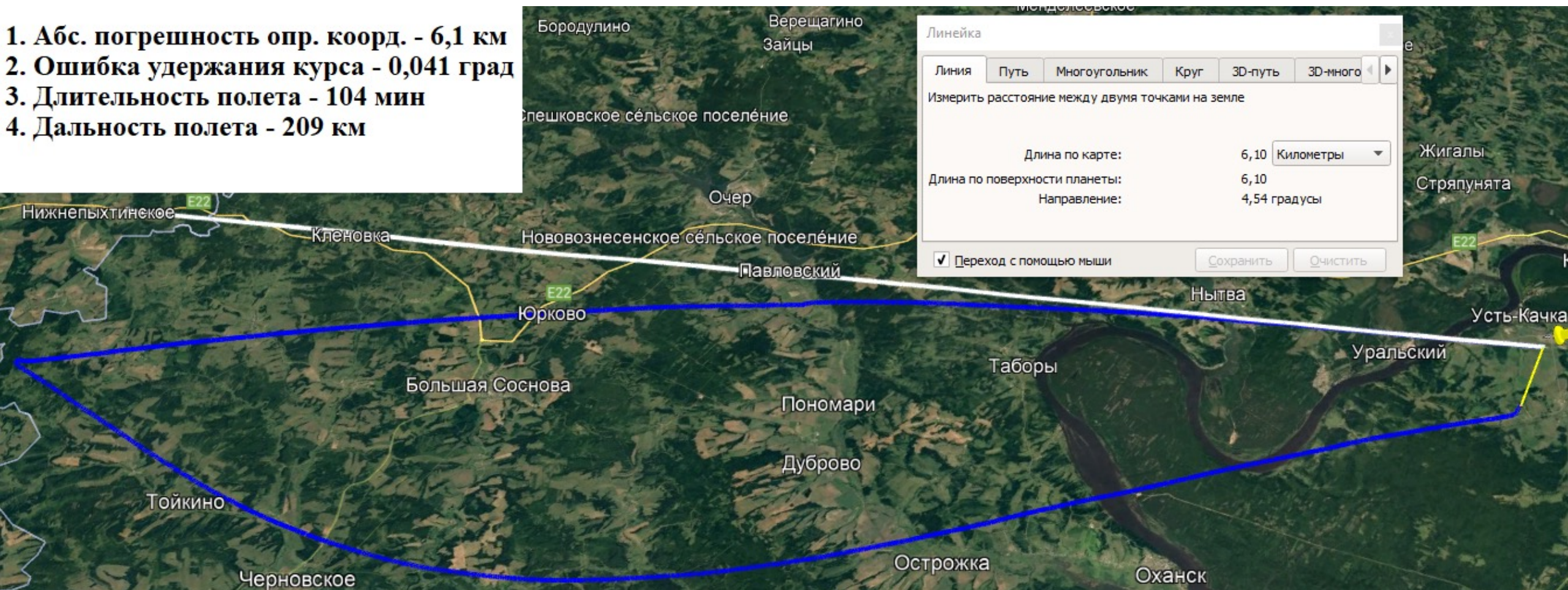


СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

Результаты летных испытаний на вертолете

1. Абс. погрешность опр. коорд. - 6,1 км
2. Ошибка удержания курса - 0,041 град
3. Длительность полета - 104 мин
4. Дальность полета - 209 км

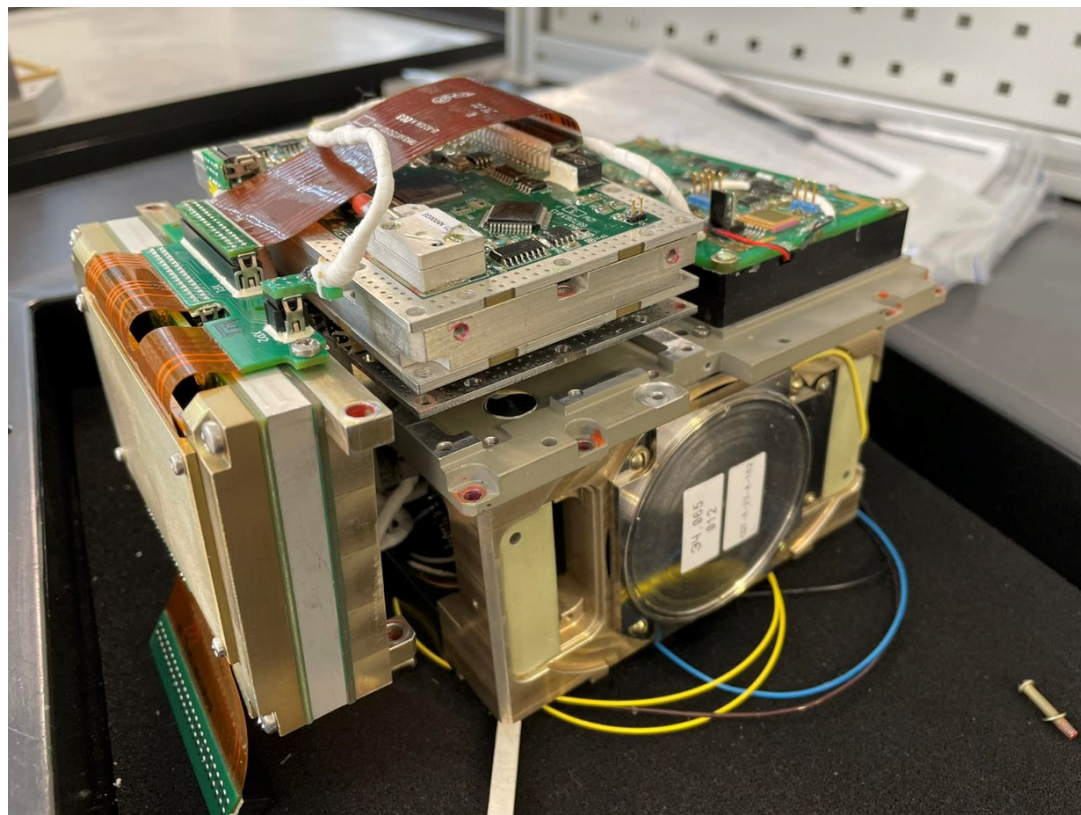




СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

Расчетные параметры ИНС на базе разработанного БЧЭ



№	Параметры ИНС на базе разработанного БЧЭ		Значение
1	Погрешность (3σ) определения курсового угла, °, не более		$0,3 \cdot \sec(\phi^*)$
2	Погрешности (3σ) определения углов наклона:	угла крена, °, не более	0,09
		угла тангажа, °, не более	0,09
3	Погрешность определения координат в автономном режиме (в движении), км за час		7,4
4	Частота обмена информацией, Гц		1600

* - ϕ геодезическая широта

Универсальная малогабаритная ИНС с настраиваемой системой амортизации



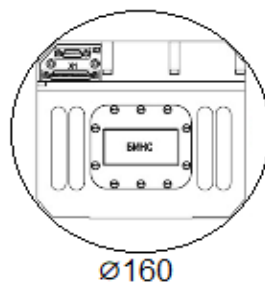
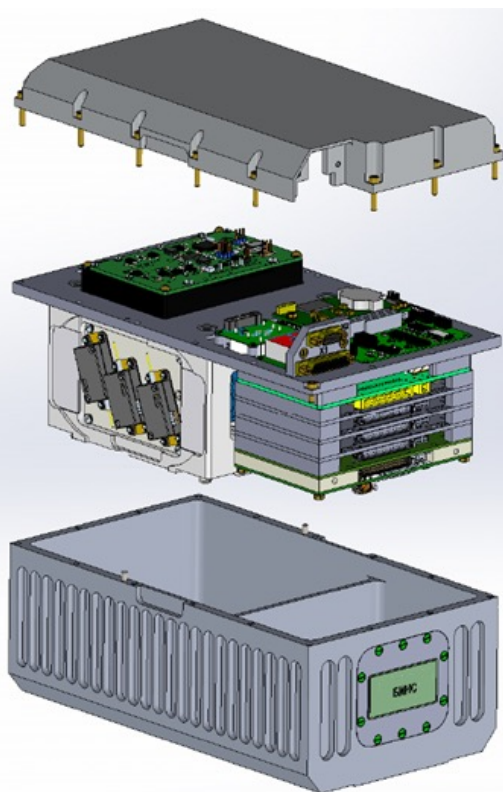
СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

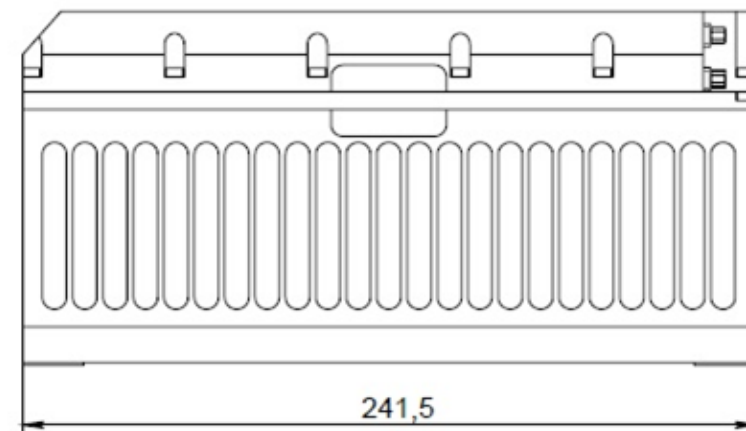
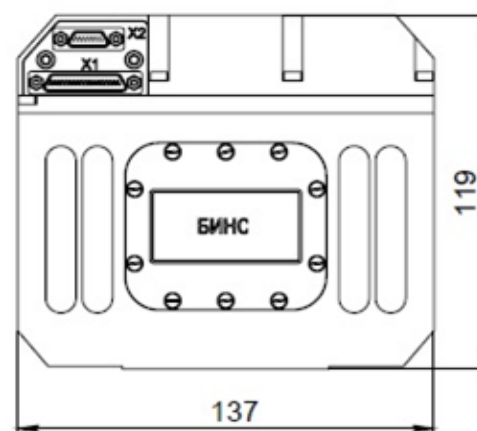
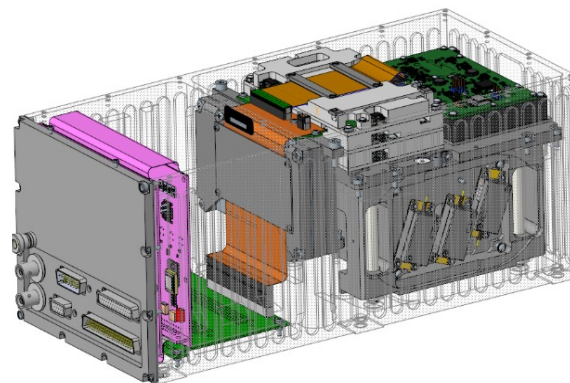
Варианты применения разработанной ИНС

Конструктивы БИНС на базе БЧЭ-70

Вариант компоновки, разработанной для объекта с ограничением по диаметру



Вариант компоновки разработанной для вертолетной БИНС
(в рамках поставленной задачи)



Универсальная малогабаритная ИНС с настраиваемой системой амортизации



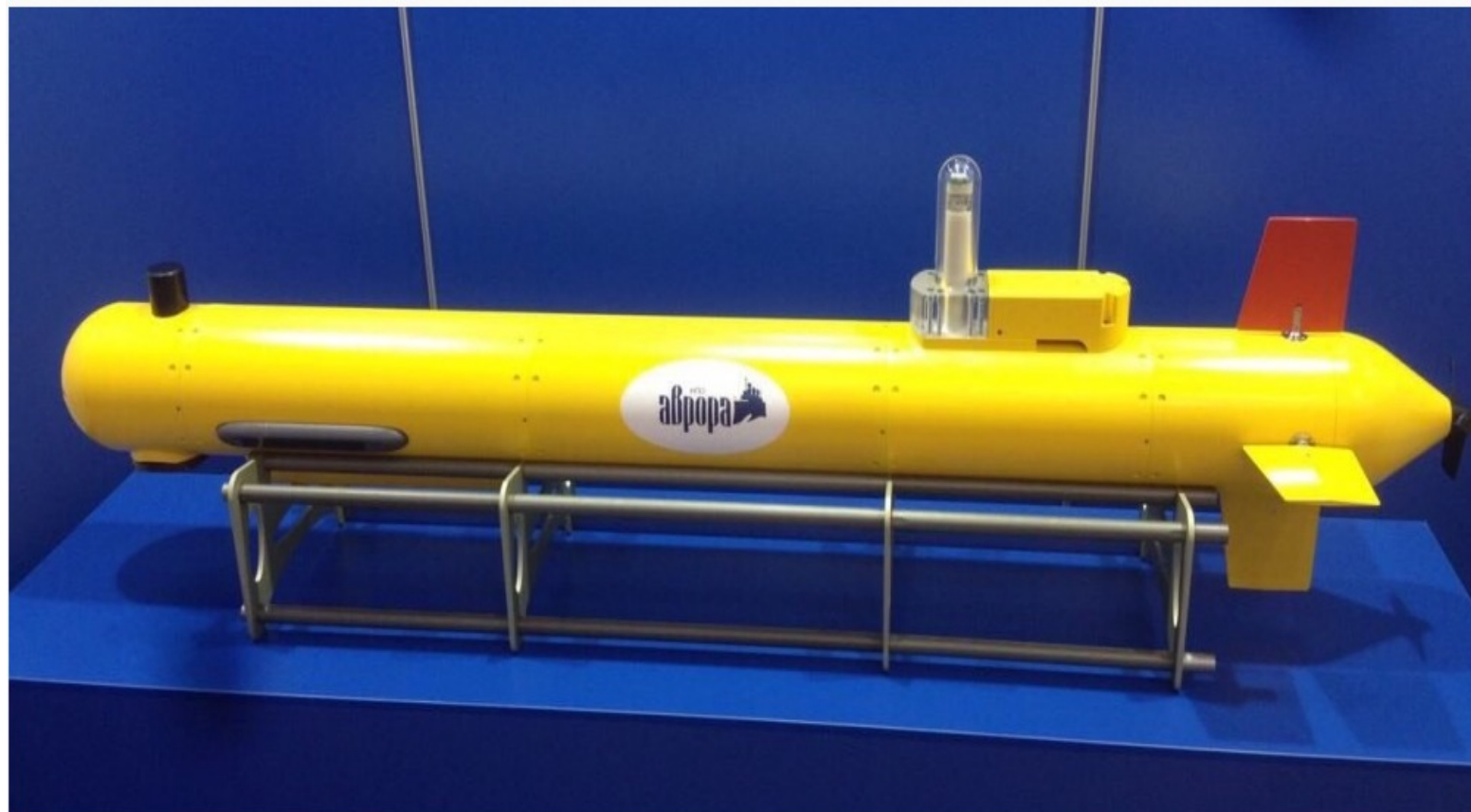
СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

Варианты применения разработанной ИНС

Конструктивы БИНС на базе БЧЭ-70

Вариант компоновки, разработанной для объекта с ограничением по диаметру



Автономный необитаемый подводный аппарат АНПА-М АО «Концерн «Аврора»

Универсальная малогабаритная ИНС с настраиваемой системой амортизации

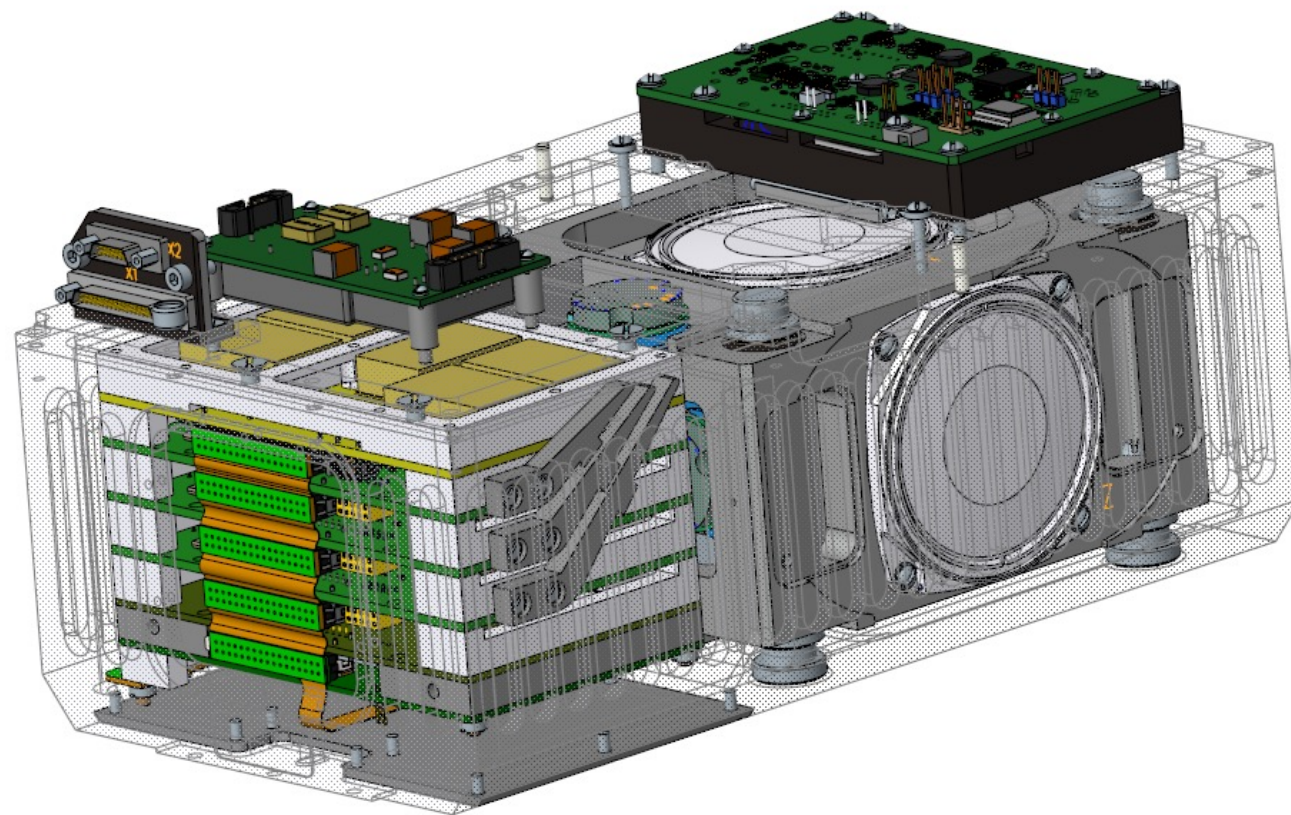
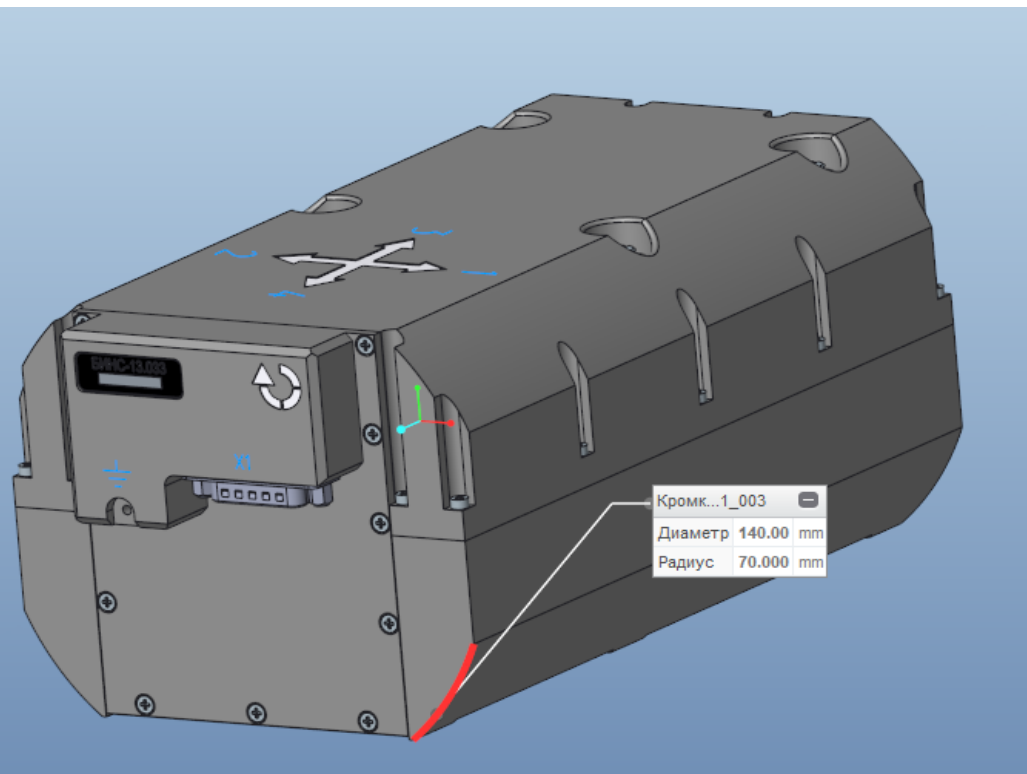


СТРАТЕГИЯ РАЗВИТИЯ ВЕРТОЛЕТНОЙ ИНДУСТРИИ В НОВЫХ РЕАЛИЯХ

9 ноября 2022, Москва

Варианты применения разработанной ИНС

Конструктивы БИНС на базе БЧЭ-70



Универсальная малогабаритная ИНС с настраиваемой системой амортизации



БЛАГОДАРЮ ЗА ВНИМАНИЕ