КАЗЕННЕ ПІДПРИЄМСТВО СПЕЦІАЛЬНОГО ПРИЛАДОБУДУВАННЯ ”АРСЕНАЛ”

«Засоби і системи інерціальної навігації та початкового орієнтування ракетної та космічної техніки»

Головне призначення систем інерціальної навігації та початкового орієнтування

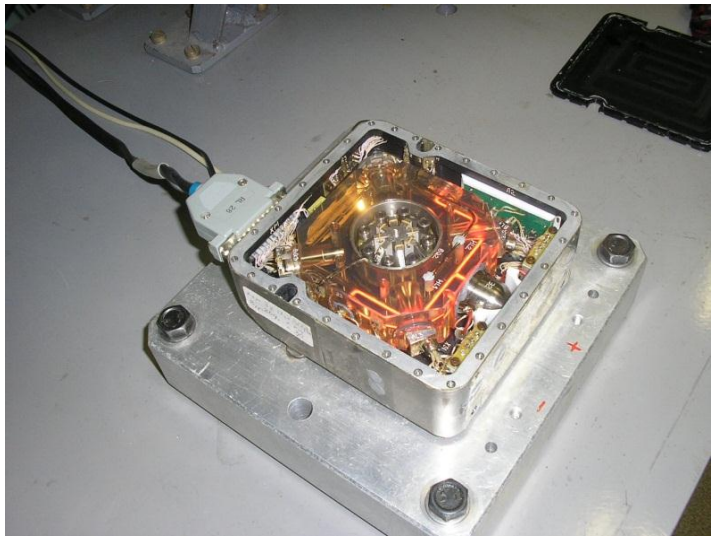
Головне призначення таких систем – це забезпечення засобів автономного визначення положення в просторі (координат та напрямку руху) та початкової орієнтації рухомих об’єктів із необхідною точністю в умовах відсутності або неналежної якості сигналу супутникових навігаційних систем.

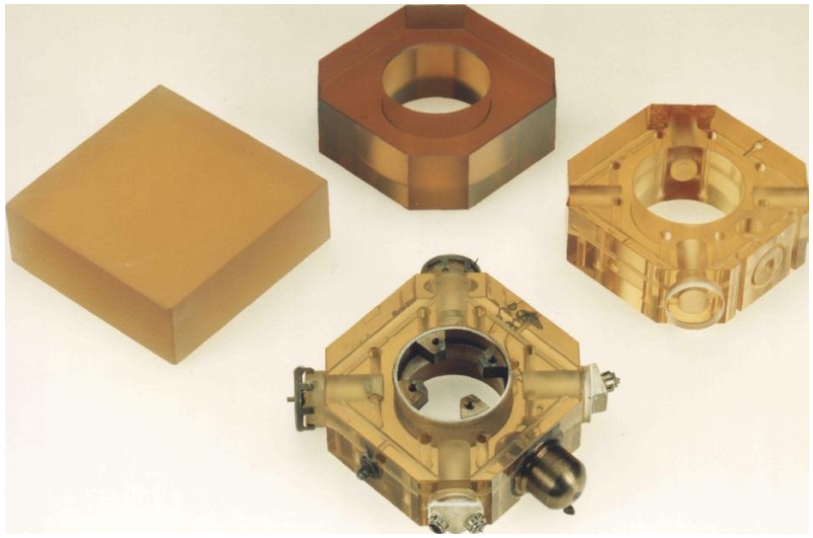
Створення і забезпечення точності вітчизняних лазерних гіроскопів

Нестабільність зсуву «нуля» не більше 0,003 град/год

Випадковий дрейф не більше 0,001 град/год½

Точність кутового положення привальних граней на рівні 3 секунд, точність збіжності осей каналів на рівні 30 мкм.





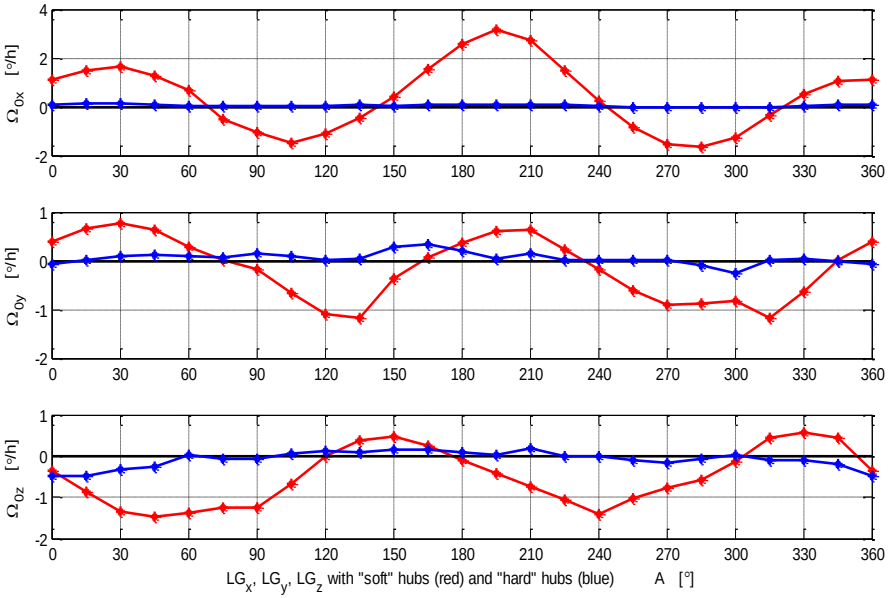
Компенсація похибок гіроскопів в умовах експлуатації

Компенсація вібраційних похибок ЛГ

Червоний графік – орієнтаційна похибка при дії вібрації під різними кутами відносно осей ЛГ

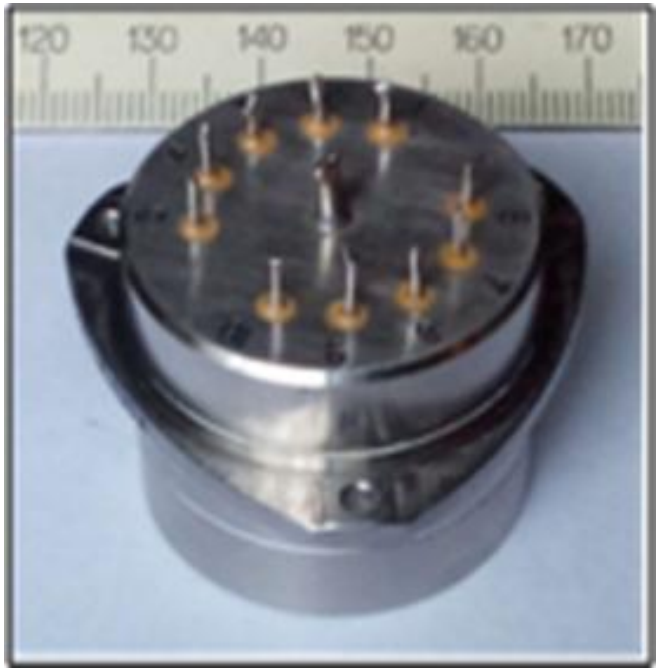
Синій графік – орієнтаційна похибка після доопрацювання конструкції вібратора ЛГ

Зниження вібраційних похибок більш ніж у 5 разів

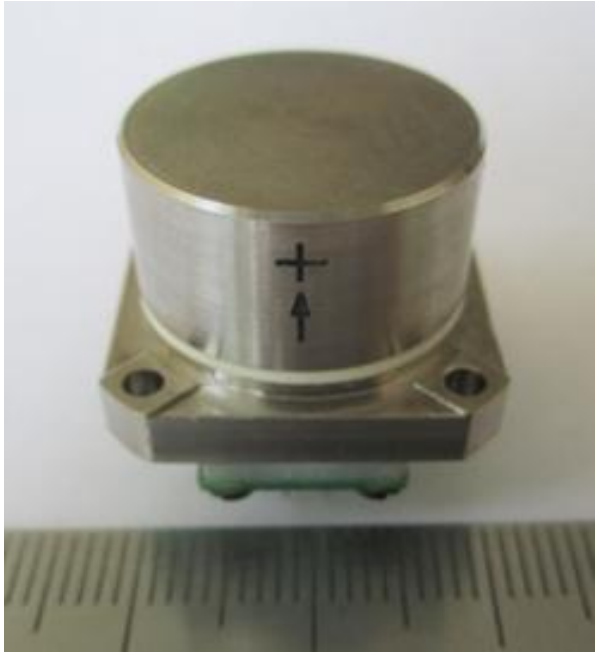


Створення і забезпечення точності вітчизняних навігаційних акселерометрів.

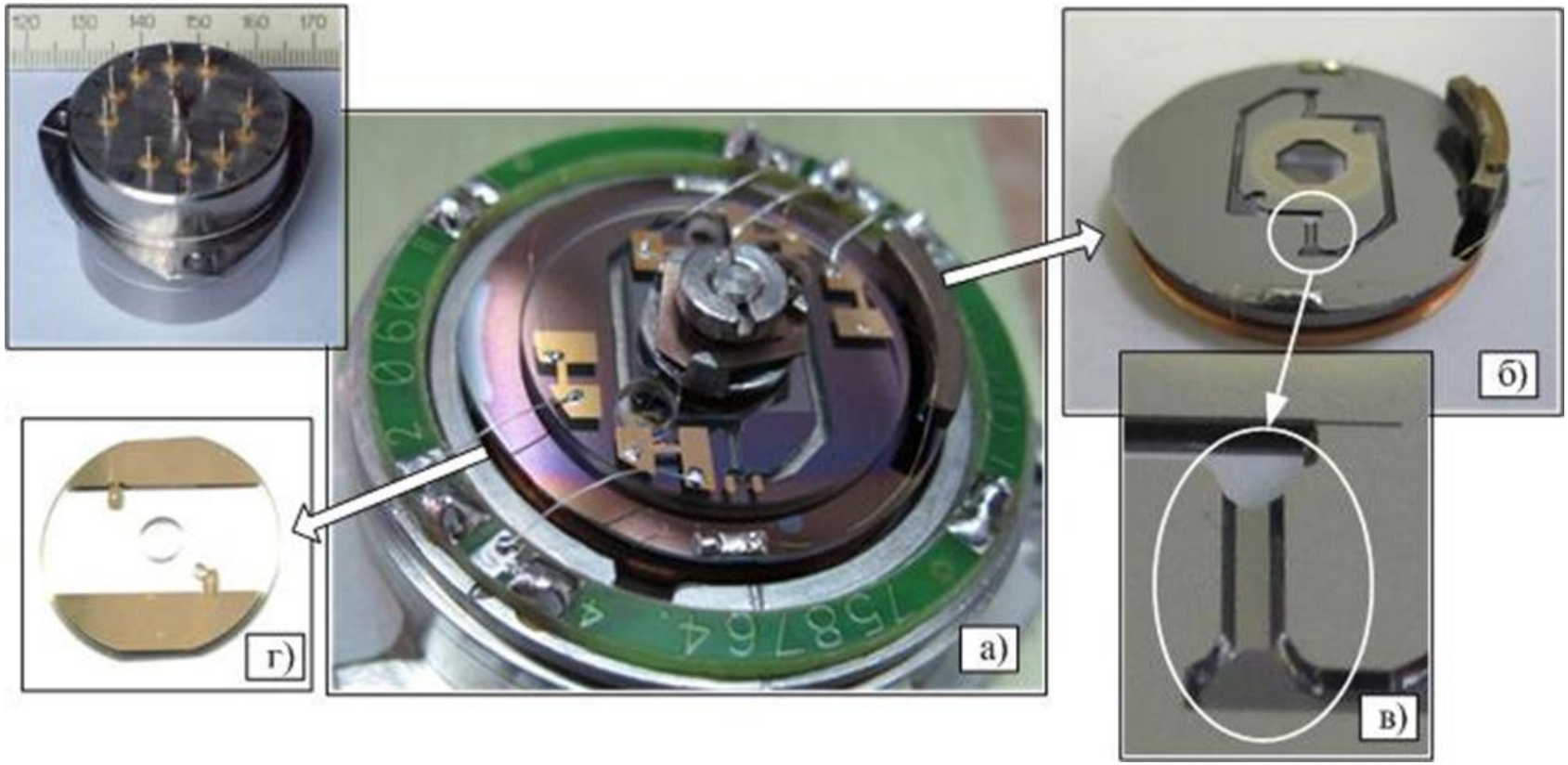
Навігаційний акселерометр АКС-05М



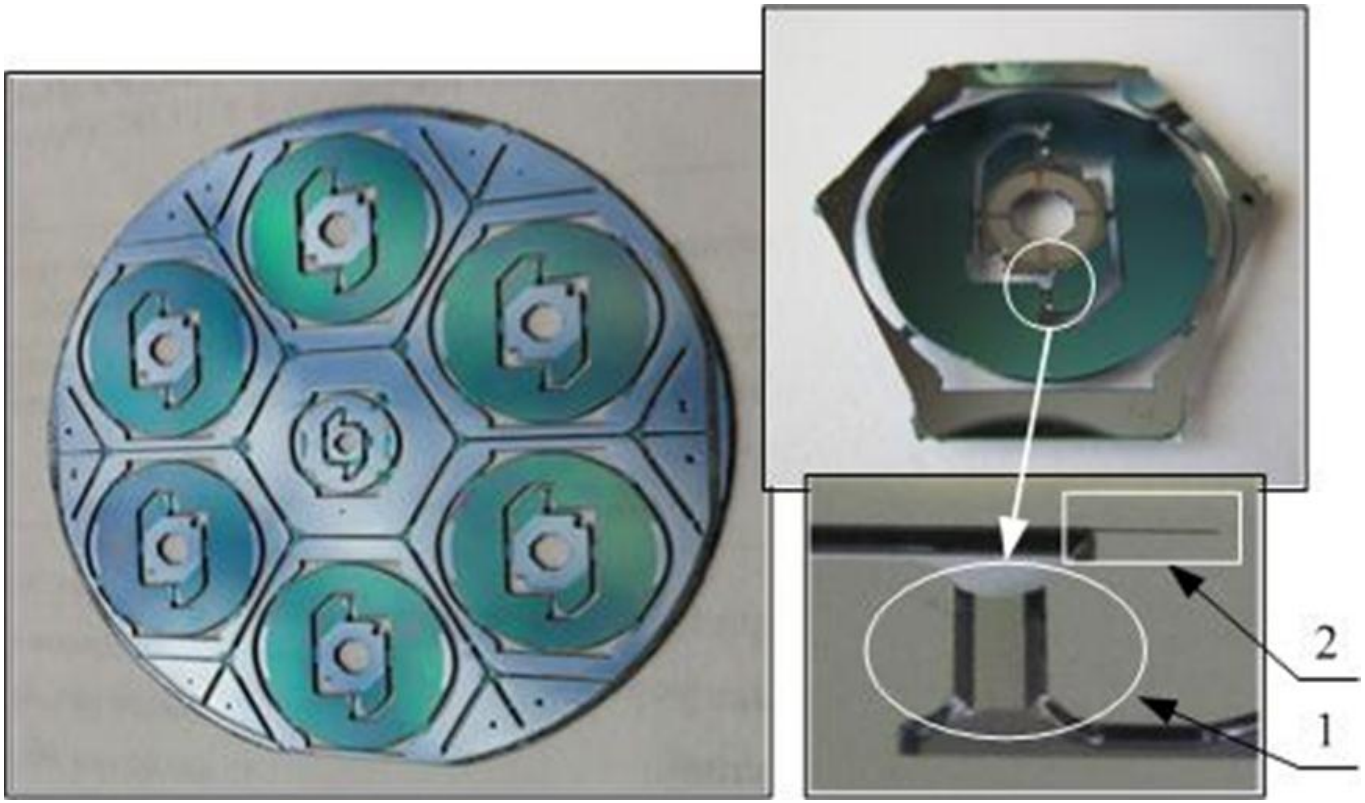
Малогабаритний навігаційний акселерометр АКС-06



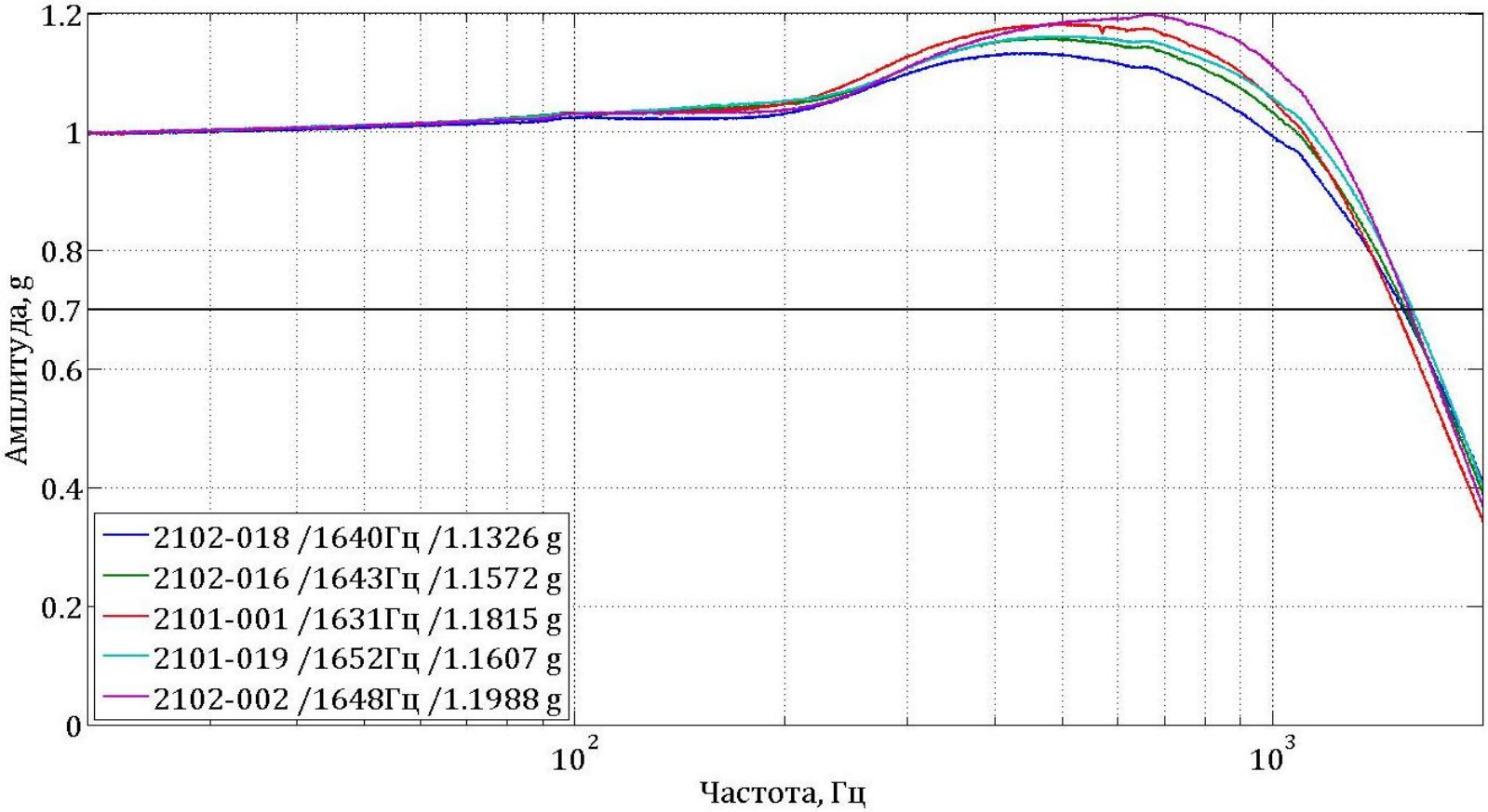
Конструкція малогабаритного акселерометра АКС-05: а – датчик акселерометра у складеному вигляді; б – кремнієвий три рівневий ЧЕ; в – пружний підвіс ЧЕ; г – електродна кварцова пластина ємнісного ДП



Трьох рівнева кремнієва пластина ЧЕ акселерометра виготовляється за спеціальною груповою мікроелектронною МЕМС - технологією



Забезпечення динамічних характеристик навігаційних МКА ракетних БІНС шляхом розширення смуги пропускання до 1600Гц

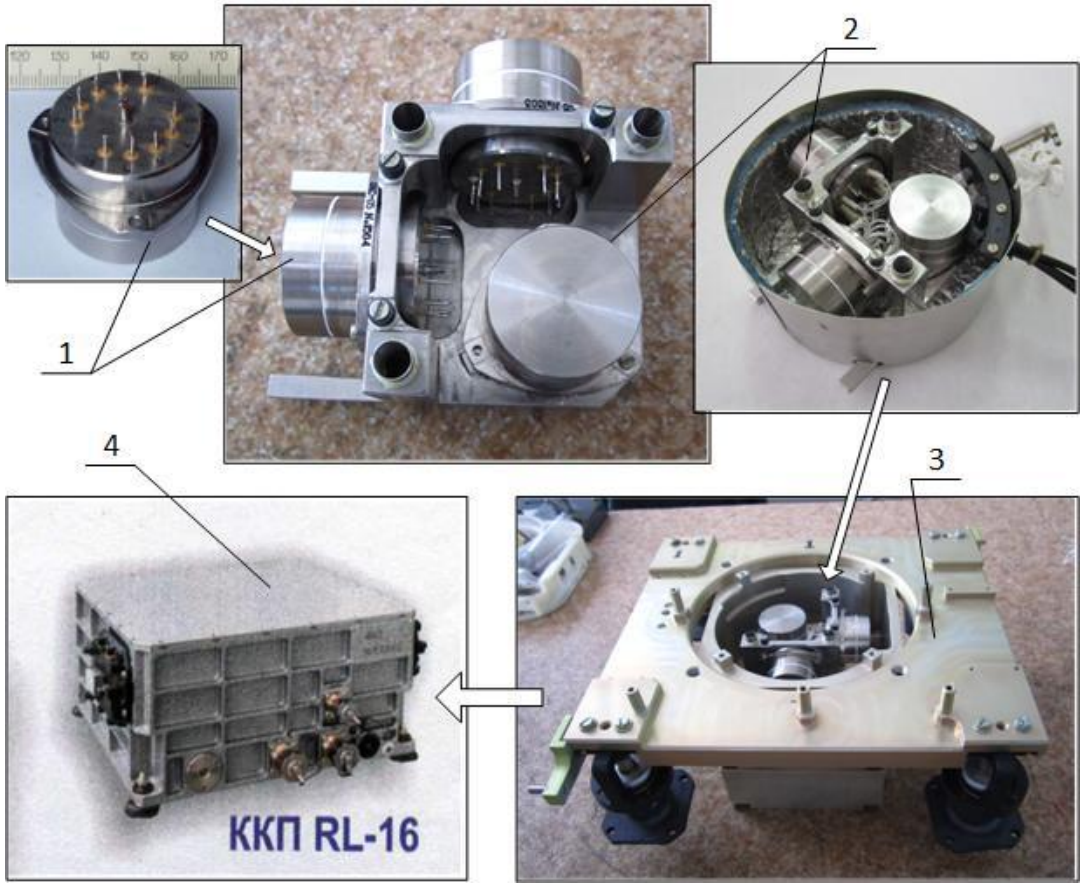


Тривісний блок акселерометрів зі складу командних приладів ракетного комплексу

1 – навігаційний акселерометр АКС-05;

2 – тривісний БА;

3 – БА встановлений у корпус ККП БІНС



Результати розробки нових методів калібрування та динамічного тестування командних приладів.

Калібрування полягає у визначення параметрів математичної моделі похибок ККП з метою наступної компенсації цих похибок в режимах початкового орієнтування і навігації.

Розроблені три методи калібрування ККП для застосування на етапах виготовлення і регламентного обслуговування приладів:

А. Метод первинного калібрування ККП

Б. Метод калібрування ККП на етапі серійного виробництва

В. Метод "регламентного" докалібрування бортового ККП на складі.

В результаті проведених робіт розроблений комплекс високоточних та ефективних методів калібрування ККП, що повністю забезпечує усі практичні потреби підприємства виробника. Впроваджені програмні засоби калібрування дозволяють автоматично проводити оцінювання та документування результатів усіх етапів калібрування та тестування ККП.

Методи та засоби забезпечення точності командних приладів в умовах виробництва.

Розроблені наступні методи:

Метод випробувань при дії вібрації: з його допомогою можна оцінити вібраційну чутливість ККП в термінах додаткових похибок ККП, еквівалентних зсувам нулів гіроскопів та акселерометрів і локалізувати найбільш чутливі до вібрації вимірювальні канали ККП.

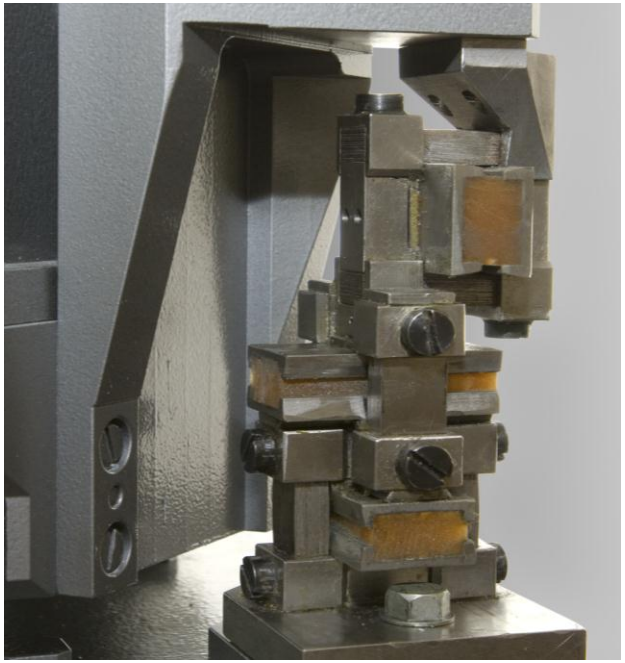
Метод випробувань двома типами кутових коливань. За допомогою метода можна оцінити похибки калібровки окремих параметрів блока гіроскопів та виявити і оцінити значення деяких інструментальних факторів, що призводять до появи додаткових похибок ККП.

Основним результатом вищезазначених робіт стало створення та впровадження у практику нових методів динамічного тестування метрологічної стійкості ККП до трьох різновидів механічних збурень.

Спеціальні методи забезпечення вібростійкості командних приладів. Проблеми створення спеціальних систем вібро- та ударозахисту командних приладів.

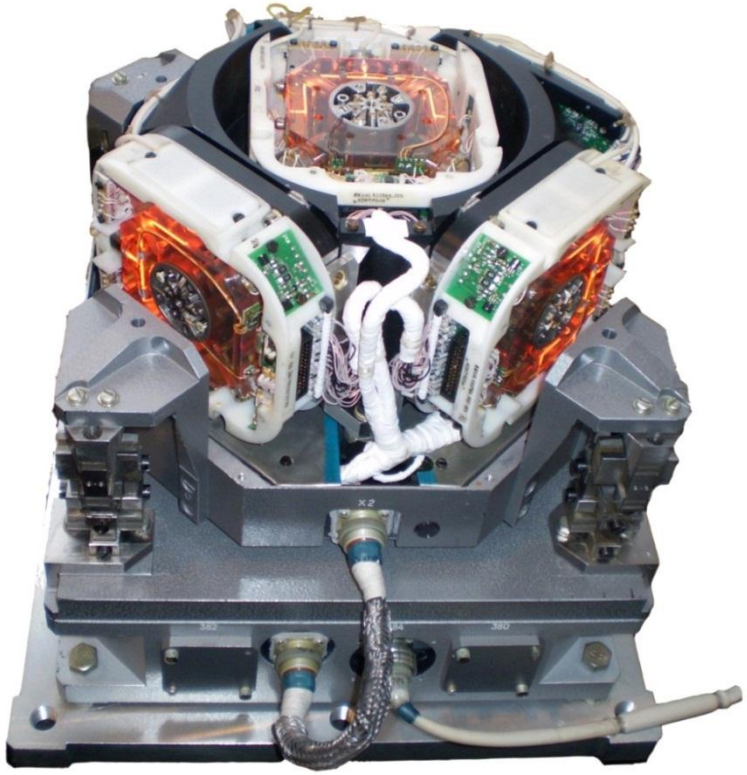
Віброізолятори системи вібро-ударозахисту для ОТРК «Грім-2» та для БДІВ для Р-360

Система вібро-ударозахисту для ККП РН «Циклон-4»



Результати робіт по створенню сучасних комплексів командних приладів.

Комплекс командних приладів для БІНС РН «Циклон-4»



Блок датчиків інерціальний вимірювальний для СУ ракети «Нептун»

Результати робіт по створенню сучасних комплексів командних приладів.

Комплекс командних приладів для СУ ОТР «Грім-2»

Комплекс командних приладів для апаратури топоприв’язки, орієнтування та навігації ОТРК «Грім-2» АТОН

Створення спеціальних алгоритмів і програмно-математичного забезпечення БІНС для різних рухомих об’єктів.

Розглянуто узагальнення класичної теорії проектування алгоритмів БІНС на випадок частотно-залежних властивостей вимірювальних каналів ККП.

Представлені нові теоретичні результати, які відносяться до різних аспектів проблем динамічної адаптації алгоритмів до відомих частотних характеристик інерціальних датчиків. Представлені результати синтезу нових алгоритмів, які суттєво перевищують за точністю класичні аналоги.

Наведені теоретичні результати, що узагальнюють класичний підхід до вирішення задачі синтезу алгоритмів інтегрування рівнянь орієнтації та навігації БІНС (так званих coning&sculling алгоритмів).

Докалібрування і початкова виставка БІНС в русі.

Отримана формульна залежність для розрахунку похибки вимірювання початкового азимута за допомогою БІНС при азимутальному розвороті на 180 градусів в умовах нерухомої основи

Отримані результати свідчать про те, що завдяки використанню доступних для наземного застосування засобів корекції, можливо досягти значного покращення характеристик точності бортової БІНС під час переміщення транспортного засобу на технічну позицію.

Теоретична можливість уточнення параметрів похибок та азимутального кута бортової БІНС в умовах рухомої основи була підтверджена на етапі експериментального відпрацювання ПМЗ наземної навігаційної системи.

Результати випробувань навігаційних систем для об’єктів ракетно-космічної техніки

ЕНВ -I				
Відхилення параметрів орбіти				
Δ_I (дуг. хв) схилення орбіти	ΔH (м) висота орбіти	(%) від припустимого значення для висоти орбіти	Розрахункова висота орбіти (км)	Тривалість виведення КА(сек)
-0.9	2890	57.8	740	940
-0.7	4920	98.4		
3÷5 допуск	5000 допуск			
ЕНВ -II				
6.5	-760	15.2	700	976
-1.1	-1341	26.82		
3÷5 допуск	5000 допуск			
ЕНВ -III				
-1.7	1161	23.22	600	925
-2.3	407	8.14		
3÷5 допуск	5000 допуск			
1.34 (2.2)	1913	38.26		

Прилади і системи початкового азимутального орієнтування.

Сімейство «ГТ»: ГТ-3М, UGT-PB, UGT-Z, UGT-A,

СКП визначення азимуту менше 3 кутових секунд

Сімейство «47»: UC-25, ГТ-20-1 UGT-L, GT-1730, UGT-S, UGT-PA

СКП визначення азимуту менше 30 кутових секунд

Прилади і системи початкового азимутального орієнтування.

Блок вимірювальний приладу орієнтування АТ-25

СКП визначення азимуту менше 18 кутових секунд

UGT-L-1, 5 кут. сек.

1Г17, 30 кут. сек.

Неавтоматизовані прилади орієнтування

Висновок по роботі

Головний результат представленої роботи – створення потужної кооперації українських підприємств в галузі проектування і виробництва вітчизняних систем навігації та початкового орієнтування, що дозволить забезпечити потреби промисловості і ЗСУ