

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 15.03.06 Мехатроника и робототехника**

**Наименование образовательной программы: Компьютерные технологии управления в робототехнике и мехатронике**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**


**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Динамика микромеханических систем**

**Москва  
2021**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c

(подпись)


И.В.  
Меркурьев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Адамов Б.И.
	Идентификатор	R2db20bbf-AdamovBI-4e0d2620


(подпись)

Б.И. Адамов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий  
выпускающей кафедры

(должность, ученая степень, ученое  
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Меркурьев И.В.
	Идентификатор	Rd52c763c-MerkuryevIV-1e4a883c

(подпись)

И.В.  
Меркурьев

(расшифровка  
подписи)

## ОБЩАЯ ЧАСТЬ

Оценочные материалы по дисциплине предназначены для оценки: достижения обучающимися запланированных результатов обучения по дисциплине, этапа формирования запланированных компетенций и уровня освоения дисциплины.

Оценочные материалы по дисциплине включают оценочные средства для проведения мероприятий текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Формируемые у обучающегося компетенции:

1. ПК-1 Способен участвовать в проектировании и конструировании экспериментальных макетов мехатронных и робототехнических систем, изделий детской и образовательной робототехники

ИД-1 Способен выполнять разработку схмотехнических решений и проведения расчетов опытных образцов мехатронных и робототехнических устройств, изделий детской и образовательной робототехники с применением современных компьютерных технологий

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Динамика микромеханического гироскопа типа обобщённого маятника Фуко (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Идентификация математической модели гироскопа (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Опрос по разделу 1 (Проверочная работа)

## БРС дисциплины

8 семестр

Раздел дисциплины	Веса контрольных мероприятий, %			
	Индекс КМ:	КМ- 1	КМ- 2	КМ- 3
	Срок КМ:	4	8	11
Классификация датчиков инерциальной информации				
Классификация датчиков инерциальной информации		+		
Математические модели микромеханических гироскопов и акселерометров				
Математические модели микромеханических гироскопов и акселерометров			+	
Процессы управления и измерения сигналов, идентификации датчиков инерциальной информации				
Математические модели процессов управления и измерения сигналов датчиков инерциальной информации				+

Методы повышения точности датчиков инерциальной информации			+
Вес КМ:	20	40	40

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

## СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ

### *I. Оценочные средства для оценки запланированных результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций*

Индекс компетенции	Индикатор	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Контрольная точка
ПК-1	ИД-1ПК-1 Способен выполнять разработку схемотехнических решений и проведения расчетов опытных образцов мехатронных и робототехнических устройств, изделий детской и образовательной робототехники с применением современных компьютерных технологий	Знать: математические модели микромеханических датчиков классификацию, принципы функционирования и сферы применения датчиков инерциальной информации Уметь: исследовать динамику чувствительных элементов микромеханических датчиков инерциальной информации проводить идентификацию параметров математических моделей микромеханических датчиков инерциальной информации, предлагать способы компенсации возмущающих воздействий	Опрос по разделу 1 (Проверочная работа) Динамика микромеханического гироскопа типа обобщённого маятника Фуко (Контрольная работа) Идентификация математической модели гироскопа (Расчетно-графическая работа)

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

### КМ-1. Опрос по разделу 1

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Проверочная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Опрос проводится в часы практических занятий. Студенту необходимо ответить на 2-3 предложенных вопроса

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы преподавателя

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: классификацию, принципы функционирования и сферы применения датчиков инерциальной информации	1.Классификация датчиков инерциальной информации 2.Физические основы функционирования датчиков инерциальной и внешней навигации 3.Сферы применения гироскопических датчиков 4.Сферы применения акселерометров 5.Бесплатформенная инерциальная навигационная система минимальной размерности
---	---

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

### КМ-2. Динамика микромеханического гироскопа типа обобщённого маятника

**Фуко**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Работа проводится в письменной форме в часы практических занятий в течении 90 минут

**Краткое содержание задания:**

Решить уравнения динамики гироскопа типа обобщённого маятника Фуко, используя метод осреднения

**Контрольные вопросы/задания:**

Знать: математические модели	1.Запишите уравнения движения чувствительного
------------------------------	---

микромеханических датчиков	элемента - кольца ВТГ 2.Запишите уравнения движения чувствительного элемента микромеханического гироскопа L-L типа 3.Запишите уравнения движения чувствительного элемента микромеханического гироскопа R-R типа
Уметь: исследовать динамику чувствительных элементов микромеханических датчиков инерциальной информации	1.Решите уравнения движения ЧЭ гироскопа при наличии малой анизатропной диссипации 2.Решите уравнения движения ЧЭ гироскопа при наличии малой анизотропной нелинейности упругих сил

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 85*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 70*

*Описание характеристики выполнения знания:*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:*

**КМ-3. Идентификация математической модели гироскопа**

**Формы реализации:** Проверка задания

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 40

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Производится проверка выполнения студентом индивидуального задания

**Краткое содержание задания:**

Даны экспериментальные частотные характеристики прибора

**Контрольные вопросы/задания:**

Уметь: проводить идентификацию параметров математических моделей микромеханических датчиков инерциальной информации, предлагать способы компенсации возмущающих воздействий	1.Провести идентификацию параметров математической модели гироскопа 2.Предложить метод компенсации возмущающих факторов
---	--

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Задание выполнено в полной мере и без ошибок

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Решение содержит отдельные ошибки

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 80

*Описание характеристики выполнения знания:* Задание выполнено не до конца, решение содержит ошибки



# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

## 8 семестр

**Форма промежуточной аттестации:** Зачет с оценкой

### Пример билета

1. Алгоритм идентификации параметров системы типа обобщённого маятника Фуко
2. Волновой твердотельный гироскоп. Вывод уравнений колебаний чувствительного элемента

### Процедура проведения

Зачёт проводится в письменной форме по билетам.

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

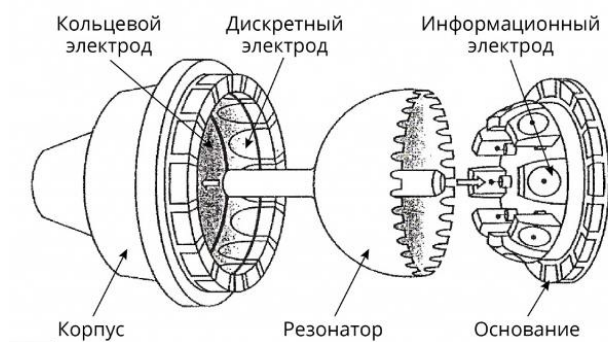
**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-1<sub>ПК-1</sub> Способен выполнять разработку схемотехнических решений и проведения расчетов опытных образцов мехатронных и робототехнических устройств, изделий детской и образовательной робототехники с применением современных компьютерных технологий

### Вопросы, задания

- 1.Классификация датчиков инерциальной информации. Физические основы функционирования датчиков инерциальной и внешней навигации
- 2.Применение датчиков инерциальной информации в мехатронике и робототехнике. Физические основы функционирования датчиков инерциальной и внешней навигации
- 3.Вибрационный, динамически настраиваемый, микромеханический, волновой твердотельный, волоконно-оптический, лазерный, электростатический гироскопы
- 4.Динамика микромеханического гироскопа L-L типа. Гироскоп L-L типа с двумя обобщенными координатами
- 5.Бесплатформенная инерциальная навигационная система минимальной размерности
- 6.Вывод уравнений движения чувствительного элемента системы – материальной точки в пространственном упругом подвесе. Процедура осреднения уравнений движения чувствительного элемента
- 7.Динамика микромеханического гироскопа L-L типа в режиме вынужденных колебаний
- 8.Задача идентификации параметров математической модели движения гироскопа класса обобщенного маятника Фуко
- 9.Методика динамических испытаний микромеханического гироскопа на подвижном основании в режиме вынужденных колебаний
- 10.Волновой твердотельный гироскоп. Вывод уравнений движения гироскопа в форме кругового кольца
- 11.Аналитическая, алгоритмическая и силовая компенсация систематических погрешностей датчиков

### Материалы для проверки остаточных знаний

- 1.На рисунке изображён



Ответы:

1. Акселерометр маятникового типа
2. Волновой твердотельный гироскоп
3. Микромеханический гироскоп L-L типа

Верный ответ: 2

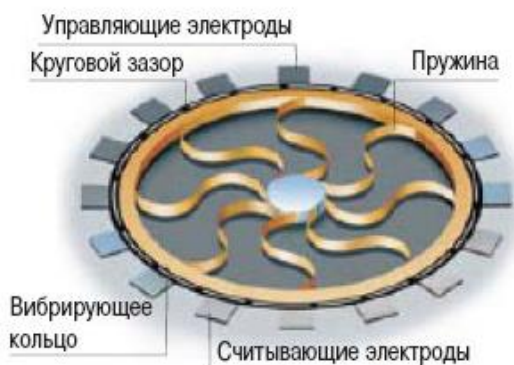
2. Какой физический эффект лежит в основе функционирования микромеханического гироскопа L-L типа?

Ответы:

1. Эффект прецессии стоячих волн
2. Эффект Бабочкина-Кутчера
3. Эффект Кориолиса
4. Эффект Саньяка

Верный ответ: 3

3. На рисунке изображён

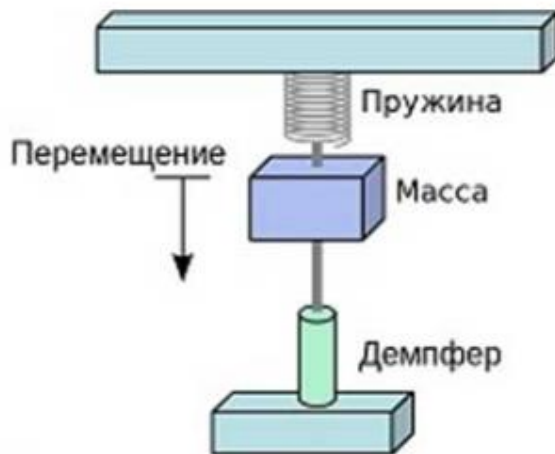


Ответы:

1. Акселерометр маятникового типа
2. Волновой твердотельный гироскоп
3. Микромеханический гироскоп L-L типа

Верный ответ: 2

4. На рисунке изображена простейшая схема датчика инерциальной информации



Ответы:

1. Микромеханического гироскопа L-L типа
2. Микромеханического гироскопа R-R типа
3. Микромеханического акселерометра

Верный ответ: 3

5. Гироскоп в составе навигационной системы предназначен для измерения (указать все варианты)

Ответы:

1. Проекция кажущегося ускорения на оси чувствительности (в некоторых режимах работы отдельных типов гироскопов)
2. Проекция абсолютной угловой скорости основания на оси чувствительности
3. Угла поворота основания вокруг оси чувствительности (в некоторых режимах работы отдельных типов гироскопов)
4. Абсолютных линейных скоростей основания

Верный ответ: 2, 3

6. Какую физическую величину позволяет измерить акселерометр?

Ответы:

1. Ускорение чувствительного элемента, вызванное гравитационной силой
2. Разность абсолютного ускорения чувствительного элемента и ускорения гравитационной силы
3. Абсолютную скорость ускорения чувствительного элемента

Верный ответ: 2

7. Какое из перечисленных утверждений неверно?

Ответы:

1. С помощью трёхосного акселерометра при наличии соответствующей обработки показаний можно оценить углы ориентации основания
2. В невесомости идеальный акселерометр показывает 0
3. Акселерометры измеряют ускорение подвижного основания, вызванное гравитационной силой

Верный ответ: 3

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Даны полные правильные ответы на оба вопроса

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

*Описание характеристики выполнения знания:* Даны отчасти правильные ответы на оба вопроса

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Ответы содержат ошибки

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и зачётной составляющих.