

**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
2024**

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

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

И.В.
Меркурьев

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

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

Б.И. Адамов

Заведующий
выпускающей кафедрой

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

И.В.
Меркурьев

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

2. РПК-2 Способен использовать современные методы исследования и моделирования динамики мехатронных систем

ИД-2 Применяет асимптотические методы для исследования и моделирования динамики мехатронных систем

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

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Опрос по разделу 1 (Проверочная работа)

КМ-2 Динамика микромеханического гироскопа типа обобщённого маятника Фуко (Контрольная работа)

КМ-3 Идентификация математической модели гироскопа (Расчетно-графическая работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

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

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: классификацию, принципы функционирования и сферы применения датчиков инерциальной информации Уметь: проводить идентификацию параметров математических моделей микромеханических датчиков инерциальной информации, предлагать способы компенсации возмущающих воздействий	КМ-1 Опрос по разделу 1 (Проверочная работа) КМ-3 Идентификация математической модели гироскопа (Расчетно-графическая работа)
РПК-2	ИД-2РПК-2 Применяет асимптотические методы для исследования и моделирования динамики мехатронных систем	Знать: математические модели микромеханических датчиков Уметь: исследовать динамику чувствительных элементов микромеханических датчиков инерциальной	КМ-2 Динамика микромеханического гироскопа типа обобщённого маятника Фуко (Контрольная работа)

		информации	
--	--	------------	--

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
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 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Даны полные и правильные ответы

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Даны в целом полные и правильные ответы, содержащие ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Ответы неполные, содержат ошибки, даны ответы хотя бы на 2/3 вопросов

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Ответы фрагментарны, содержат грубые ошибки, ответы не даны

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
Знать: математические модели микромеханических датчиков	1. Запишите уравнения движения чувствительного 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 анизотропной диссипации 2. Решите уравнения движения ЧЭ гироскопа при наличии малой анизотропной нелинейности упругих сил

Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено правильно и в полном объёме, есть не принципиальные ошибки

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

Описание характеристики выполнения знания: Задание выполнено правильно, но неполностью (хотя бы 70%), есть не принципиальные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Ответ содержит ошибки, задание выполнено в объёме не менее 60%

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Задание не выполнено или выполнено фрагментарно с грубыми ошибками

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:

Запланированные результаты обучения по дисциплине	Вопросы/задания для проверки
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 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Решение содержит отдельные ошибки

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 80

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

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Оценка "не зачтено" выставляется если задание не выполнено в отведенный срок или результат не соответствует заданию

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.

I. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины

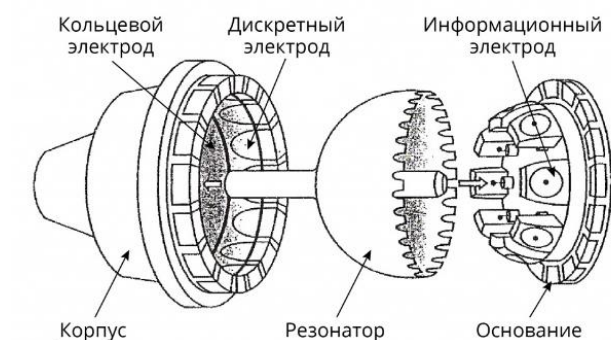
1. Компетенция/Индикатор: ИД-1_{ПК-1} Способен выполнять разработку схемотехнических решений и проведения расчетов опытных образцов мехатронных и робототехнических устройств, изделий детской и образовательной робототехники с применением современных компьютерных технологий

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.Задача идентификации параметров математической модели движения гироскопа класса обобщенного маятника Фуко
- 8.Методика динамических испытаний микромеханического гироскопа на подвижном основании в режиме вынужденных колебаний

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. 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

4. 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

5. 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

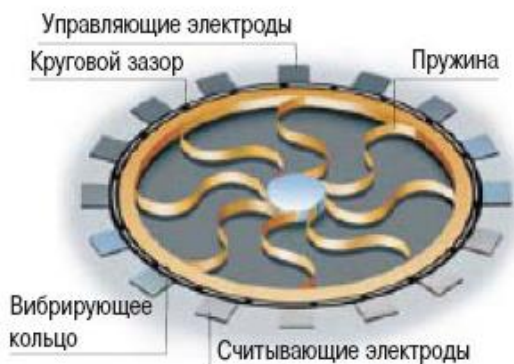
2. Компетенция/Индикатор: ИД-2_{РПК-2} Применяет асимптотические методы для исследования и моделирования динамики мехатронных систем

Вопросы, задания

1. Динамика микромеханического гироскопа L-L типа в режиме вынужденных колебаний
2. Волновой твердотельный гироскоп. Вывод уравнений движения гироскопа в форме кругового кольца
3. Аналитическая, алгоритмическая и силовая компенсация систематических погрешностей датчиков

Материалы для проверки остаточных знаний

1. На рисунке изображён

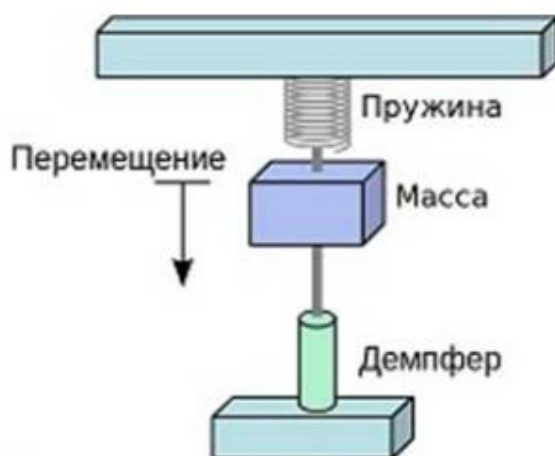


Ответы:

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

Верный ответ: 2

2. 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

II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5 («отлично»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 85

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

Оценка: 4 («хорошо»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 70

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

Оценка: 3 («удовлетворительно»)

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Ответы содержат ошибки

Оценка: 2 («неудовлетворительно»)

Описание характеристики выполнения знания: Ответы содержат грубые ошибки, фрагментарны. Ответ не дан

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.