

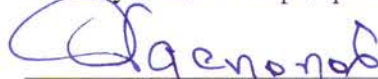
МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Тульский государственный университет»

Институт высокоточных систем им В.П. Грязева  
Кафедра «Приборы управления»

Утверждено на заседании кафедры  
«Приборы управления»  
« 19 » января 20 22 г., протокол № 1

Заведующий кафедрой



В.Я. Распопов

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ (ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ) ДЛЯ  
ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И  
ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО  
ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)**

**«Нелинейная динамика гироскопических устройств»**

**основной профессиональной образовательной программы  
высшего образования – программы магистратуры**

по направлению подготовки

**24.04.02 Системы управления движением и навигация**

с направленностью (профилем)

**Приборы и системы ориентации, стабилизации и навигации**

Форма(ы) обучения: очная

Идентификационный номер образовательной программы: 240402-01-22

Тула 2022 год

**ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ**  
**фонда оценочных средств (оценочных материалов)**

**Разработчик(и):**

Телухин С.В., доцент, к.т.н. \_\_\_\_\_  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

  
\_\_\_\_\_  
(подпись)

\_\_\_\_\_  
(ФИО, должность, ученая степень, ученое звание)

\_\_\_\_\_  
(подпись)

## 1. Описание фонда оценочных средств (оценочных материалов)

Фонд оценочных средств (оценочные материалы) включает в себя контрольные задания и (или) вопросы, которые могут быть предложены обучающемуся в рамках текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю). Указанные контрольные задания и (или) вопросы позволяют оценить достижение обучающимся планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), установленных в соответствующей рабочей программе дисциплины (модуля), а также сформированность компетенций, установленных в соответствующей общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

Полные наименования компетенций и индикаторов их достижения представлены в общей характеристике основной профессиональной образовательной программы.

## 2. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения текущего контроля успеваемости обучающихся по дисциплине (модулю)

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)

1. Причиной нелинейных колебаний является:
  - а) нелинейность упругого элемента; б) нелинейность сил сопротивления; в) нелинейность прикладываемого воздействия; г) а или б; д) а или в.
2. Зарисовать график мягкой силовой характеристики колебательной системы.
3. Колебания с несколькими частотами называются:
  - а) негармоническими; б) неизохронными; в) квазилинейными.
4. Выражение для решения уравнений движения нелинейной колебательной системы, используемое в методе гармонического баланса, имеет вид:
  - а)  $x = a \cos(\omega t)$ ; б)  $x = a \cos(\omega t + \varepsilon)$ ; в)  $x = a \cos(\varepsilon \omega t)$ .
5. Время затухания колебаний конечно при наличии:
  - а) сухого трения; б) вязкого трения; в) сухого и вязкого трения; г) а или в.

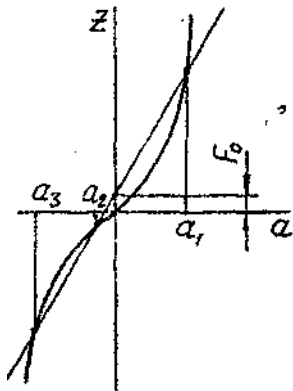
### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)

1. Какое значение матрицы дисперсий оценки было задано в начале моделирования работы системы?
2. Каким образом в фильтре Калмана учитывается математическое ожидание возмущающего сигнала, если оно известно?
3. Как изменится матрица управления, если в системе несколько возмущающих сигналов?
4. Как изменится матрица возмущения, если в системе несколько возмущающих сигналов?
5. Опишите вид матрицы измерений.
6. Уравнение свободных незатухающих нелинейных колебаний маятника имеет вид:
  - а)  $\ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta + \varepsilon \omega_0^2 \theta = 0$ ; б)  $\ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta + \varepsilon \omega_0^2 \theta = f(t)$ ; в)  $\ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta = f(t)$ .
7. Условие устойчивости автоколебаний по функции последования имеет вид:
  - а)  $(\frac{ds'}{ds}) > 1$ ; б)  $(\frac{ds}{ds'}) > 1$ ; в)  $(\frac{ds'}{ds}) < 1$ .
8. Устойчивые автоколебания характеризуются тем, что траектории:

а) накручиваются на предельный цикл с обеих его сторон; б) накручиваются изнутри предельного цикла и раскручиваются с внешней стороны; в) накручиваются с внешней стороны предельного цикла и раскручиваются изнутри.

9. Для представленной характеристики устойчивыми являются колебания с амплитудами:

а)  $a_1$  и  $a_2$ ; б)  $a_1$  и  $a_3$ ; в)  $a_2$  и  $a_3$ .



10. Для определения параметров автоколебаний используются методы:

а) припасовывания; б) гармонического баланса; в) гармонической линеаризации; г) а и б; д) а и в.

### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.6)

1. Выражение для ширины зоны застоя в колебательной системе с сухим трением имеет вид:

а)  $\frac{F_{\text{тр}}}{c}$ ; б)  $\frac{2F_{\text{тр}}}{c}$ ; в)  $\frac{4F_{\text{тр}}}{c}$ .

2. Выражение для потери энергии колебаний за один период имеет вид:

а)  $\Delta E = -\int_0^T F(x)x dt$ ; б)  $\Delta E = -\int_0^T F(\dot{x})x dt$ ; в)  $\Delta E = -\int_0^T F(\dot{x})\dot{x} dt$ .

3. Выражение для квадрата частоты колебаний маятника, получаемое по методу последовательных приближений, имеет вид:

а)  $\frac{\omega_0^2}{1+a^2/8}$ ; б)  $\frac{\omega_0}{1+a/8}$ ; в)  $\frac{\omega_0^2}{1-a/8}$ .

4. Выражение для квадрата частоты колебаний маятника, получаемое по методу гармонического баланса, имеет вид:

а)  $\omega_0^2(1+a^2/8)$ ; б)  $\omega_0^2(1+a/8)$ ; в)  $\omega_0^2(1-a^2/8)$ .

5. Определить собственную частоту колебаний маятника, если жесткость пружины  $c = 10$  Н/м, масса  $m = 0,001$  кг.

6. Зависимость  $a_1(a)$  для колебательной системы имеет вид:

$$a_1(a) = 2a + a^2.$$

Определить частоту колебаний, если амплитуда колебаний равна 0,1.

7. Выражение для квадрата частоты, получаемое по методу гармонического баланса, имеет вид:

а)  $\omega^2(a) = \frac{a_1(a)}{a}$ ; б)  $\omega^2(a) = \frac{a}{a_1(a)}$ ; в)  $\omega^2(a) = a \cdot a_1(a)$ .

8. Найти жесткость пружины, если сила сухого трения  $F_{\text{тр}} = 0,1$  Н, ширина зоны застоя 0,01 м.

9. Дано уравнение движения линейной части системы. Записать условия для определения амплитуды и частоты автоколебаний.

$$(T^2 p^2 + 2\xi Tp + 1)x(p) = -y(p).$$

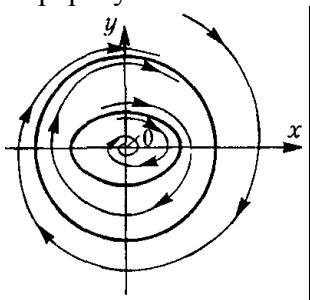
### 3. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.1)

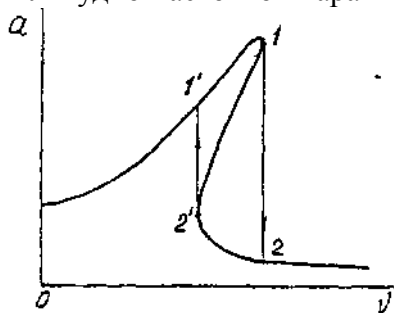
1. Зарисовать график амплитудно-частотной характеристики нелинейной колебательной системы с жесткой силовой характеристикой.
2. Выражение для решения уравнений движения нелинейной колебательной системы, используемое в методе гармонического баланса, имеет вид:  
а)  $x = a \cos(\omega t)$ ; б)  $x = a \cos(\omega t + \varepsilon)$ ; в)  $x = a \cos(\varepsilon \omega t)$ .
3. При определении параметров вынужденных колебаний пренебрегают  
а) супергармониками; б) субгармониками; в) супер- и субгармониками.
4. Уравнение движения маятника при действии силы сухого трения имеет вид:  
а)  $m\ddot{x} + cx = -F \operatorname{sign}(\dot{x})$ ; б)  $m\ddot{x} + cx = F \operatorname{sign}(x)$ ; в)  $m\ddot{x} + cx = -F \operatorname{sign}(x)$ .
5. Уравнение огибающей амплитуды имеет вид:  
а)  $\frac{da}{dt} = \frac{\omega_0 \Delta E}{2\pi a c}$ ; б)  $\frac{da}{dt} = a \frac{\omega_0 \Delta E}{2\pi c}$ ; в)  $\frac{da}{dt} = c \frac{\omega_0 \Delta E}{2\pi a}$ .
6. Условие устойчивости автоколебаний по функции последования в параметрической форме имеет вид:  
а)  $(\frac{ds'}{ds} \frac{ds}{d\tau}) > 1$ ; б)  $(\frac{ds'}{ds} \frac{ds}{d\tau}) > 1$ ; в)  $(\frac{ds'}{d\tau} \frac{d\tau}{ds}) < 1$ .
7. Уравнение вынужденных нелинейных колебаний маятника имеет вид:  
а)  $\ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta + \varepsilon \omega_0^2 \theta = 0$ ; б)  $\ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta + \varepsilon \omega_0^2 \theta = f(t)$ ; в)  $\ddot{\theta} + \omega_0^2 \theta = f(t)$ .

#### Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.3)

8. Автоколебаниями называется:  
а) периодическое движение, совершаемое в отсутствии внешнего воздействия;  
б) устойчивое периодическое движение, совершаемое в отсутствии внешнего воздействия;  
в) периодическое движение, совершаемое под действием внешнего гармонического воздействия;
9. Оценить устойчивость автоколебаний для наружного предельного цикла по фазовому портрету.



10. Оценить устойчивость колебаний нелинейной колебательной системы на участке 1 – 2' амплитудно-частотной характеристики.



**Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ПК-2 (контролируемый индикатор достижения компетенции ПК-2.6)**

1. Определить собственную частоту колебаний маятника, если жесткость пружины  $c = 10$  Н/м, масса  $m = 0,001$  кг.
2. Зависимость  $a_1(a)$  для колебательной системы имеет вид:  

$$a_1(a) = 2a + a^2.$$
Определить частоту колебаний, если амплитуда колебаний равна 0,1.
3. Найти частоту колебаний маятника, если  $\omega_0^2 = 100$  (рад/с)<sup>2</sup>, амплитуда 0,1 рад, коэффициент амплитуды 1/8.
4. Определить величину зоны застоя, если сила сухого трения  $F_{\text{тр}} = 0,01$  Нм, жесткость пружины  $c = 10$  Н/м.
5. Определить количество колебаний, если сила сухого трения  $F_{\text{тр}} = 0,1$  Нм, жесткость пружины  $c = 1$  Н/м, начальная амплитуда 0,3 м.
6. Найти время затухания колебаний, если сила сухого трения  $F_{\text{тр}} = 0,01$  Нм, жесткость пружины  $c = 10$  Н/м, собственная частота 100 рад/с, начальная амплитуда 0,2 м.
7. Дано уравнение движения линейной части системы. Определить частоту колебаний автоколебаний для однозначной нелинейности.  

$$p(T_0^2 p^2 + 2\xi T_0 p + 1)x(p) = -y(p), \quad T_0 = 0,1 \text{ с}, \quad \xi = 0,5.$$