

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

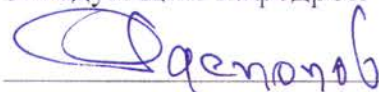
Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Тульский государственный университет»

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)**

«Задачи и методы оптимизации системы управления»

**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 ОПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-6.1)

1. Показатель, по которому оценивается качество оптимальной системы, называется:
 - а) критерием оптимальности; б) функцией оптимальности; в) гамильтонианом.
2. Если оптимальное управление является функцией времени, то оно является:
 - а) оптимальной программой; б) оптимальной стратегией; в) оптимальным функционалом.
3. Если оптимальное управление является функцией фазовых координат, то оно является:
 - а) оптимальной программой; б) оптимальной стратегией; в) оптимальным функционалом.
4. Релейный закон управления имеет вид:
 - а) $u(x) = \text{sign}(x)$; б) $u(x) = \cos(x)$; в) $u(x) = |x|$.
5. Функционал, обеспечивающий максимальное быстродействие, имеет вид:
 - а) $J = \int_0^T dt$; б) $J = \int_0^T u^2 dt$; в) $J = \int_0^T |u| dt$.
6. При оптимальном по быстродействию управлении системой, порядок которой равен n , происходит:
 - а) n переключений; б) $n-1$ переключение; в) $n-2$ переключений.
7. В задаче об аналитическом конструировании регулятора получают:
 - а) линейный закон управления; б) нелинейный закон управления; в) релейный закон управления.
8. Качество многошагового процесса оценивается функционалом:
 - а) $J = \sum_{k=0}^N h(p^k, u^k)$; б) $J = \int_0^T G(x, u) dt$; в) $J = H(u, x)$.
9. Метод динамического программирования Белмана рассчитан на получение оптимальной:
 - а) стратегии; б) программы; в) стратегии и программы.
10. При решении задач ограничение, накладываемое на управление, имеет вид:
 - а) $u \leq U_{\max}$; б) $|u| \leq U_{\max}$; в) $u \geq U_{\max}$.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-6.2)

1. Составить гамильтониан для системы, описываемой следующими уравнениями и имеющей функционал:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = u; \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1. \end{cases}$$

$$J = \int_0^T ux_2 dt.$$

2. Для системы 4-го порядка поверхность переключения представляет собой:

а) кривую; б) поверхность; в) гиперповерхность.

3. Определить количество переключений реле в оптимальном по быстродействию управлении для системы, описываемой линейным дифференциальным уравнением четвертого порядка.

4. Составить уравнения для вспомогательной переменной для системы описываемой уравнениями:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = u; \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1. \end{cases}$$

$$J = \int_0^T x_2^2 dt.$$

5. Для системы 3-го порядка многообразие начальных условий, задаваемое 2-мя функциями, представляет собой:

а) линию; б) поверхность; в) все фазовое пространство.

6. Гамильтониан имеет вид:

$$H = \psi_0 u^2 + \psi_1 (u - x_2) + \psi_2 x_2.$$

Выделить максимизируемую часть гамильтониана.

7. Количество входов функционального преобразователя оптимальной системы 4-го порядка равно:

а) 2; б) 3; в) 4.

8. Зарисовать структуру оптимальной системы, описываемой передаточной функцией $W(p)$, если оптимальное управление имеет вид:

$$u = \begin{cases} 1, & x - f(\dot{x}) < 0; \\ -1, & x - f(\dot{x}) > 0. \end{cases}$$

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-6.3)

1. Гамильтониан системы второго порядка имеет вид:

$$H = \psi_0 u^2 + \psi_1 (u - x_2) + \psi_2 x_2.$$

Получить выражение для ψ_2 , если $u = 1$, $\psi_0 = -1$, $\psi_1 = 1$.

2. Записать уравнение фазовой траектории, проходящей через начало координат, при управлении $u = 1$ для системы, описываемой уравнениями:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = u; \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1. \end{cases}$$

3. Вспомогательная переменная описывается выражением $\psi(t) = 2 - t$. Выражение для оптимального управления имеет вид:

$$u^* = \begin{cases} 1, \psi > 0; \\ -1, \psi < 0. \end{cases}$$

Определить момент переключения реле.

4. Записать условия трансверсальности, если для системы второго порядка конечное многообразие имеет вид: $x_2 = 0$.

5. Уравнения для вспомогательных переменных имеют вид:

$$\begin{cases} \frac{d\psi_0}{dt} = 0; \\ \frac{d\psi_1}{dt} = \psi_0. \end{cases}$$

Получить зависимость вспомогательной переменной от времени. Принять $\psi_0 = -1$.

6. Составить функциональное уравнение Беллмана для системы, описываемой уравнениями и имеющей функционал:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = u; \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1. \end{cases}$$

$$J = \int_0^T u^2 x_2 dt.$$

7. Дана система уравнений:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = u; \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1. \end{cases}$$

Получить зависимости координат от времени, если управление $u = 0$.

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

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-6.1)

1. Показатель, по которому оценивается качество оптимальной системы, называется
 - а) критерием оптимальности; б) функцией оптимальности; в) гамильтонианом.
2. Если оптимальное управление является оптимальной программой, то система является:
 - а) замкнутой; б) разомкнутой; в) комбинированной.
3. Оптимальная стратегия в текущий момент времени:
 - а) зависит от первоначального состояния; б) зависит от текущего состояния;
 - в) определяется траекторией, полученной для текущего состояния.

4. В задаче об аналитическом конструировании регулятора получают:

а) линейный закон управления; б) нелинейный закон управления; в) релейный закон управления.

5. В методе максимума Понтрягина уравнение для первой компоненты вектора вспомогательной переменной имеет вид:

а) $\frac{d\psi_0}{dt} = 0$; б) $\frac{d\psi_0}{dt} = 1$; в) $\frac{d\psi_0}{dt} = -1$.

6. Условия трансверсальности используются при решении задачи:

а) с закрепленным временем; б) с подвижными концами; в) для неавтономных систем.

7. Скользящий режим сопровождается:

а) частой сменой знака управления; б) переходом фазовой точки через поверхность переключения; в) частой сменой знака входного сигнала.

8. Условие воспроизводимости входного сигнала y_0 имеет вид:

а) $|y_0^{(n)} + a_{n-1}y_0^{(n-1)} + \dots + a_0y_0| \leq kA$;

б) $|y_0^{(n)} + a_{n-1}y_0^{(n-1)} + \dots + a_0y_0| \geq kA$;

в) $|y_0^{(n)} + a_{n-1}y_0^{(n-1)} + \dots + a_0y_0| = kA$.

9. Граничное условие для функционального уравнения Беллмана имеет вид:

а) $S(x^*) = 0$; б) $S(x^*) = 1$; в) $S(x^*) = -1$.

10. Оптимальный дискретный многошаговый процесс характеризуется:

а) вектором решения и оптимальной стратегией; б) оптимальной стратегией; в) вектором решения.

11. В случае минимизации времени функциональное уравнение Беллмана имеет вид:

а) $\min \frac{dS}{dx} f(x, u) = -1$; б) $\min \frac{dS}{dx} f(x, u) = 0$; в) $\min \frac{dS}{dx} f(x, u) = 1$.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-6.2)

1. Получить выражение для оптимального управления, если гамильтониан имеет вид:

$$H = \psi_0 + \psi_1 u^2.$$

2. Составить уравнения для вспомогательной переменной для системы описываемой уравнениями:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = u - x_1; \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1 - x_2; \\ \frac{dx_3}{dt} = x_2. \end{cases}$$

$$J = \int_0^T u x_2 dt.$$

3. Зарисовать структуру оптимальной системы, описываемой передаточной функцией $W(p)$, если оптимальное управление имеет вид:

$$u = \begin{cases} 1, & x - f(\dot{x}, \ddot{x}) < 0; \\ -1, & x - f(\dot{x}, \ddot{x}) > 0. \end{cases}$$

4. Для оптимальном по быстродействию системы, описываемой линейным дифференциальным уравнением третьего порядка, а определить количество переключений реле и зарисовать график управления.

5. Гамильтониан имеет вид:

$$H = -k - |u| + \psi_1 x_2 + \psi_2 u.$$

Определить знак управления u в конечный момент времени, если по приходу в начало координат $\psi_2 = -1$.

6. Система описывается уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = u, \quad |u| \leq 1;$$

Функционал имеет вид:

$$J = \int_0^T (k + |u|) dt; \quad k = 0,5.$$

Начальное значение выходного сигнала $x(0) = 1$.

Определить оптимальное управление по перемещению системы в начало координат.

7. Система описывается уравнениями:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = u; \\ \frac{dx_2}{dt} = x_1. \end{cases}$$

$$|u| \leq 1.$$

Критерий оптимальности имеет вид: $J = \int_0^T (k + |u|) dt$.

Какие значения может принимать сигнал управления.

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-6.3)

1. Вспомогательная переменная описывается выражением $\psi(t) = 2 - t^2$. В конечный момент времени вспомогательная переменная принимает значение $\psi(T) = -2$. Определить время переходного процесса.

2. Функциональное уравнение Беллмана имеет вид:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = u - x_1; \\ \frac{dx_2}{dt} = u + x_1. \end{cases}$$

$$J = \int_0^T (x_1^2 + u^2) dt.$$

Получить выражение для оптимального управления.

3. Система состоит из двух последовательно соединенных интеграторов. На основании выражения для фазовой траектории определить начальное значение скорости $\dot{x}(0)$, если начальное значение координаты $x(0) = -2$. Управление – оптимальное по быстродействию, переключений реле нет.

4. Записать условия трансверсальности, если для системы второго порядка конечное многообразие имеет вид: $x_1 + 0,1x_2 = 0$.

5. Записать выражение для оптимальной фазовой траектории по приходу в начало координат для системы, состоящей из двух последовательно соединенных интеграторов, для следующих начальных условий:

$$x(0) = -1, \quad \dot{x}(0) = 0.$$

6. Дана оптимальная по быстродействию система из двух последовательно соединенных интеграторов. Ограничение по управлению равно $|u| = 2$. Начальное значение выходного сигнала $y = 4$. Используя зависимость выходного сигнала от времени, определить время прихода фазовой точки в начало координат.

7. Система описывается уравнением:

$$\frac{dx}{dt} = 2u, \quad |u| \leq 1;$$

Функционал имеет вид:

$$J = \int_0^T (k + |u|) dt; \quad k = 2.$$

Начальное значение выходного сигнала $x(0) = 2$.

Построить график оптимального управления и найти время перехода системы в начало координат.

4. Оценочные средства (оценочные материалы) для проведения промежуточной аттестации обучающихся (защиты курсовой работы (проекта)) по дисциплине (модулю)

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-6.1)

1. Поясните формирование функции Гамильтона.
2. Поясните формирование системы уравнений для вспомогательных переменных.
3. Поясните, каким образом было получено выражение для оптимального управления в функции от вспомогательных переменных.
4. Поясните графики изменения вспомогательных переменных.
5. Поясните график изменения оптимального управления в функции от вспомогательных переменных.
6. Какие значения может принимать оптимальное уравнение в синтезируемой системе?
7. Укажите зависимости для траекторий, приводящих фазовую точку в начало координат.
8. Как выглядят выражения для линий переключения?
9. Какое значение имеет управление в каждой из областей фазового пространства?
10. Какая характеристика минимизируется согласно критерию оптимальности?

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-6.2)

1. Поясните получение выражения для оптимального управления в функции от фазовых координат.
2. Как будет выглядеть оптимальная траектория, если начальные условия равны: по координате – 1, по скорости – 0?
3. Поясните структуру оптимальной системы управления.

4. Поясните на структурной схеме системы, как формируется сигнал оптимального управления.
5. Как график изменения координаты связан с кривой на фазовой плоскости?
6. Как график скорости изменения координаты связан с кривой на фазовой плоскости?
7. Каково максимальное значение скорости изменения координаты?
8. В какие моменты происходит переключение релейных элементов, присутствующих в структурной схеме?
9. В каких блоках на структурной схеме реализованы зависимости для линий переключения?
10. Какие сигналы на структурной схеме системы используются для формирования оптимального управления?

Перечень контрольных заданий и (или) вопросов для оценки сформированности компетенции ОПК-6 (контролируемый индикатор достижения компетенции ОПК-6.3)

1. Как влияет изменение постоянной времени системы на функцию Гамильтона?
2. Как повлияет изменение постоянной времени системы на вид поверхностей переключения?
3. Как повлияет изменение коэффициента передачи системы на вид поверхностей переключения?
4. Как влияет изменение постоянной времени системы на моменты переключения?
5. Как влияет изменение коэффициента передачи системы на моменты переключения?
6. В какой момент времени возникает скользящий режим?
7. В какой точке фазового пространства возникает скользящий режим?
8. Как влияет изменение параметров критерия оптимальности на время переходного процесса?
9. Как влияет изменение постоянной времени системы на время переходного процесса?
10. Как влияет изменение коэффициента передачи системы на время переходного процесса?