

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИ ТГУ)

Физико-технический факультет

УТВЕРЖДЕНО:

Декан

Ю.Н. Рыжих

Оценочные материалы по дисциплине

Системы автоматического управления движением

по направлению подготовки / специальности

24.03.03 Баллистика и гидроаэродинамика

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:

Баллистика и гидроаэродинамика

Форма обучения

Очная

Квалификация

Инженер, инженер-разработчик

Год приема

2024

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

К.С. Рогаев

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

1. Компетенции и индикаторы их достижения, проверяемые данными оценочными материалами

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

ОПК-1 Способен использовать в профессиональной деятельности основные законы естественнонаучных и инженерных дисциплин, применять методы математического моделирования, теоретических и экспериментальных исследований

ОПК-2 Способен выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

ОПК-4 Способен осуществлять контроль соответствия разрабатываемых проектов и технической документации стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам

ОПК-5 Способен учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РООПК-1.1 Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы

РООПК-1.2 Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач теоретического и прикладного характера

РООПК-2.1 Знает методику выявления естественнонаучной сущности проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности, и методику привлечения физико-математического аппарата и современные компьютерные технологии для их решения

РООПК-2.2 Умеет выявлять естественнонаучную сущность проблем, возникающих в ходе профессиональной деятельности и привлекать для их решения физико-математический аппарат и современные компьютерные технологии

РООПК-4.1 Знает принципы построения технического задания

РООПК-4.2 Умеет использовать нормативные и справочные данные при разработке проектно конструкторской документации; оформлять проектно-конструкторскую документацию в соответствии со стандартами

РООПК-5.1 Знает методику учета современных тенденций развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности

РООПК-5.2 Умеет учитывать современные тенденции развития техники и технологий в своей профессиональной деятельности

2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания

Элементы текущего контроля:

– тесты, состоящие из 10 вопросов, генерируются случайным образом:

Вопросы по ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5

1. В замкнутых системах сигнал управления формируется на основе ... (дополнить)
2. Укажите последовательность действий при составлении модели системы управления в форме структурнодинамической схемы.
3. Перечислите требования к записи дифференциального уравнения динамического звена.
4. Укажите последовательность действий при составлении модели системы управления в форме структурнодинамической схемы.
5. В чем состоит взаимно-однозначное соответствие между дифференциальным уравнением и передаточной функцией звена или системы?
6. Что называется весовой функцией?

7. Перечислите типовые динамические звенья, у которых начальный участок асимптотической ЛАХ имеет отрицательный наклон

8. В каком порядке необходимо получать передаточную функцию замкнутой системы по ошибке при неединичной главной обратной связи?

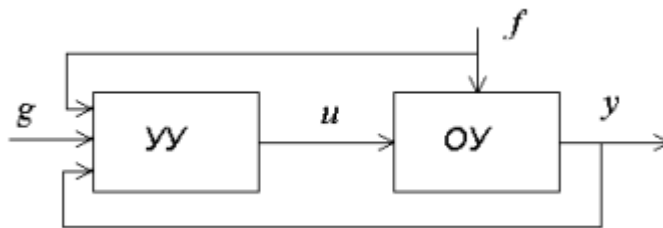
9. Если в модели системы содержится звено, хотя бы один параметр которого зависит от времени, система рассматривается как ... (дополнить)

10. Если целью управления является изменение состояния объекта управления по заданному закону ($g = g(t)$), система управления является системой ... (дополнить)

11. Рассогласованием (ошибкой, отклонением) называется сигнал $e(t) = g(t) - y(t)$, характеризующий ...:

- требуемое направление движения системы с отрицательной обратной связью;
- текущее значение отклонения входного сигнала от задающего воздействия;
- текущее значение отклонения выходного сигнала от задающего воздействия;
- начальное значение отклонения выходного сигнала от задающего воздействия.

12. На рисунке 8 показана общая структура ...



- замкнутой системы управления;
- системы управления с компенсацией возмущения;
- системы комбинированного управления;
- разомкнутой системы управления

13. Выберите из предложенного списка типовые динамические звенья, относящиеся к группе позиционных

– изодромное; – колебательное; – дифференцирующее с замедлением; – консервативное; – апериодическое 2-го порядка; – идеальное интегрирующее.

14. Передаточной функции вида:

$$\frac{k}{s(3s+1)}$$

соответствует дифференциальное уравнение ...

- $3\ddot{y} + y = ku$
- $3\dot{y} + y = k\dot{u}$
- $3\ddot{y} + \dot{y} = ku$
- $3\ddot{y} + y = ku$

15. Установите соответствие между названием типового динамического звена:

1) апериодическое звено второго порядка; 2) колебательное звено; 3) дифференцирующее звено с замедлением; 4) интегрирующее звено с замедлением и наклоном (наклонами) асимптотической ЛАХ (дб/декаду); А) 0 -20 -40; В) 0 -40; С) 20 0; D) -20 -40.

16. Если $W_1(s) = 5$ – передаточная функция прямой цепи, а $W_2(s) = \frac{3}{s}$ –

передаточная функция отрицательной обратной связи, то результирующая передаточная функция будет определяться выражением ...

$$- W(s) = \frac{5s}{s+15}$$

$$- W(s) = \frac{15}{s}$$

$$- W(s) = \frac{5s}{s-15}$$

$$- W(s) = \frac{15}{s+1}$$

17. Для построения амплитудно-частотной характеристики необходимо найти ...
 – амплитуду выходного сигнала; – амплитуду и фазу выходного сигнала; – модуль частотной передаточной функции; – аргумент частотной передаточной функции.

18. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ) при ее определении в диапазоне частот от минус бесконечности до плюс бесконечности симметрична относительно ...

– оси ординат; – начала координат; – точки (-1,0); – оси абсцисс.

19. Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) последовательно соединённых звеньев определяется как ...

– разность ЛАЧХ отдельных звеньев; – произведение ЛАЧХ отдельных звеньев; – сумма ЛАЧХ отдельных звеньев; – отношение ЛАЧХ отдельных звеньев.

Вопросы по РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2, РООПК-4.1, РООПК-4.2, РООПК-5.1, РООПК-5.2:

20. Частотой среза называется ...

– точка пересечения графика ЛАЧХ с осью ординат; – точка пересечения асимптоты ЛАЧХ с осью абсцисс; – точка пересечения графика ЛАЧХ с осью абсцисс; – точка пересечения асимптоты ЛАЧХ с осью ординат.

21. Укажите последовательность действий при анализе устойчивости на основе необходимого условия устойчивости

22. Укажите последовательность действий при анализе устойчивости на основе алгебраического критерия устойчивости Гурвица.

23. Исходя из каких требований формируется желаемая логарифмическая амплитудная характеристика?

24. Каким образом введение производной в закон управления обеспечивает повышение точности системы?

25. Для чего применяется интегральный закон управления и какой он дает отрицательный эффект?

26. Значение фазового сдвига для звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{2.5}{(0.4s+1)^2} \text{ на частоте } 2.5 \text{ 1/с равно ... (указать в градусах)}$$

27. Резонансная частота звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{1}{0.01s^2 + 0.02s + 1} \text{ приближенно равна } \underline{\hspace{2cm}} \text{ 1/с.}$$

28. Передаточная функция разомкнутой системы имеет вид

$$W(s) = \frac{10}{s(0.1s+1)}$$

В этом случае частота среза системы, определяемая по асимптотической логарифмической амплитудно-частотной характеристике, равна _____

29. Передаточная функция замкнутой системы по задающему воздействию соответствует апериодическому звену второго порядка с коэффициентом передачи 0,98. Значение перерегулирования у такой системы равно ... указать значение

30. После подачи на вход системы единичного воздействия был зафиксирован максимум выходной величины, равный 1.08; установившееся значение выходной величины составило 0.9. Каково значение перерегулирования (в процентах)? указать значение

31. Передаточная функция звена с передаточной функцией

$$\frac{k_s}{Ts + 1}$$

имеет вид ...

– линейно нарастающей функции; – нарастающей экспоненты; – убывающей экспоненты; – ступенчатой функции.

32. Численное значение амплитудно-частотной характеристики звена с передаточной функцией

$$W(s) = \frac{15.4}{s^2 + 9}$$

при частоте $\omega=3$, равно ...

– бесконечности; – нулю; – 1.71; – 15.4.

33. Передаточная функция звена с передаточной функцией

$$\frac{k}{T^2 s^2 + 1}$$

имеет вид ...

– $h(t) = (kt + k_1) \cdot 1(t)$

– $h(t) = k \left(1 - \cos \frac{t}{T} \right) \cdot 1(t)$

– $h(t) = \frac{k}{T} e^{-\frac{t}{T}} \cdot 1(t)$

– $h(t) = k \cdot 1(t)$

34. Логарифмическая фазочастотная характеристика динамического звена с передаточной функцией вида

$$\frac{k}{(5s + 1)(s + 1)}$$

при изменении частоты от 0 до ∞ находится в диапазоне ...

– от 0 до ∞ ; – от 0 до $-\pi/2$; – от 0 до $-\pi$; – от $-\pi/2$ до π

35. Системы первого или второго порядков, у которых все коэффициенты характеристического уравнения имеют одинаковые знаки ...

– устойчивы; – неустойчивы; – на границе устойчивости; – требуется дополнительный анализ.

36. Укажите характеристические полиномы неустойчивых непрерывных систем:

– $D(s) = 3s^2 - 2s + 1$

– $D(s) = 4s^4 + 2s^3 + s^2 + 1$

– $D(s) = s^2 + s + 1$

– $D(s) = 3s^2 - 5s + 2$

37. Величина перерегулирования $\eta\%$ вычисляется по переходной функции $h(t)$ устойчивой системы (при известных $h_{\max}$ – максимальное значение, $h(\infty)$ – установившейся значение, $h(0)$ – начальное значение) по формуле ...

$$- \eta\% = \left[\left(h(\infty) - h(0) \right) / h(\infty) \right] \cdot 100\%$$

$$- \eta\% = \left[\left(h_{\max} - h(\infty) \right) / h(\infty) \right] \cdot 100\%$$

$$- \eta\% = \left[h_{\max} / h(\infty) \right] \cdot 100\%$$

$$- \eta\% = \left[h_{\max} - h(\infty) \right] \cdot 100\%$$

38 Запас устойчивости по фазе для замкнутой системы определяется по фазовой характеристике разомкнутого контура на частоте ...

– равной 1; – среза; – среднего задающего воздействия; – резонанса.

39 Ошибка в устойчивой статической системе стремится к бесконечности при _____ входном воздействии

– гармоническом; – линейно возрастающем; – постоянном; – нулевом.

40 Уменьшение коэффициента передачи разомкнутого контура системы управления приведет к увеличению ...

– выходного сигнала; – установившейся ошибки; – быстродействия системы; – перерегулирования.

Критерии оценивания:

Результаты теста определяются оценками «зачтено», «не зачтено».

Оценка «зачтено» выставляется, если студент дает 8 и более верных ответов.

Оценка «не зачтено» выставляется, если студент допускает 3 и более ошибок в тесте.

3. Оценочные материалы итогового контроля (промежуточной аттестации) и критерии оценивания

Экзаменационный билет состоит из двух частей.

Первая часть представляет собой один теоретический вопрос, проверяющих ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, РООПК-1.1. Ответ на вопрос первой части дается в развернутой форме.

Вторая часть содержит одну задачу, проверяющая РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2, РООПК-4.1, РООПК-4.2, РООПК-5.1, РООПК-5.2. Решение задачи дается в краткой и сжатой форме.

1. Понятия автоматического и автоматизированного управления.
2. Примеры объектов и систем управления. Общая структура системы управления.
3. Фундаментальные принципы управления.
4. Классификация систем управления (СУ).
5. Задачи информационной подсистемы в системе управления.
6. Общая характеристика задач анализа и синтеза систем управления.
7. Понятие динамического звена.
8. Уравнение и передаточная функция динамического звена.
9. Понятие структурно-динамической схемы системы.
10. Построение и преобразование структурных схем.
11. Передаточные функции системы.

12. Общие дифференциальные уравнения систем и их связь с передаточными функциями.
13. Модели систем в пространстве состояний: форма Коши, векторно-матричная форма.
14. Переходная характеристика, способы ее получения.
15. Функция веса, способы ее получения.
16. Частотные характеристики. Амплитудно-фазовая характеристика.
17. Логарифмические частотные характеристики, правила построения. Асимптотическая логарифмическая амплитудно-частотная характеристика.
18. Типовые динамические звенья, классификация, характеристики и свойства.
19. Минимально-фазовые и неминимально-фазовые звенья.
20. Звено чистого запаздывания.
21. Понятия свободного и вынужденного процессов в системе управления.
22. Понятие устойчивости системы. Асимптотическая устойчивость.
23. Связь устойчивости с корнями характеристического полинома системы.
24. Необходимое условие устойчивости.
25. Критерий устойчивости Гурвица.
26. Абсолютная и условная устойчивость линейных систем.
27. Критерий устойчивости Михайлова.
28. Критерий устойчивости Найквиста.
29. Применение амплитудно-фазовой и логарифмических частотных характеристик.
30. Обобщение критерия Найквиста на системы нейтрально устойчивые в разомкнутом состоянии.
31. Запасы устойчивости по амплитуде и по фазе и способы их определения.
32. Построение областей устойчивости в плоскости двух параметров.
33. Понятие о D-разбиении.
34. Оценка качества системы по временным характеристикам.
35. Оценка качества по корням характеристического полинома замкнутой системы.
36. Оценка качества системы по частотным характеристикам.
37. Показатель колебательности.
38. Оценка точности при гармонических воздействиях.
39. Оценка точности СУ при степенных воздействиях.
40. Понятия астатизма и порядка астатизма, структурные признаки астатизма системы.
41. Инвариантность систем управления.
42. Коэффициенты ошибок.
43. Чувствительность систем управления.
44. Построение моделей чувствительности.
45. Оценка чувствительности показателей качества к значениям параметров систем и внешних воздействий.
46. Понятие закона управления.
47. Основные виды законов управления и их свойства.
48. Методы повышения точности СУ.
49. Комбинированное регулирование.
50. Постановка задачи синтеза СУ.
51. Обзор методов синтеза.
52. Основные этапы синтеза корректирующего устройства по логарифмическим частотным характеристикам.

Критерии оценивания:

Результаты экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Оценка «отлично» выставляется, если дан правильный ответ на теоретический вопрос, задача решена без ошибок и отвечено правильно на три вопроса по содержанию курса.

Оценка «хорошо» выставляется, если дан правильный ответ на теоретический вопрос, задача решена с ошибками или не верно и отвечено правильно хотя бы на один вопрос по содержанию курса.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если дан не правильный ответ на теоретический вопрос, задача решена с ошибками и не отвечено ни на один вопрос по содержанию курса.

Оценка «удовлетворительно» выставляется, в случаях, не указанных в оценках «отлично», «хорошо», «неудовлетворительно».

4. Оценочные материалы для проверки остаточных знаний (сформированности компетенций)

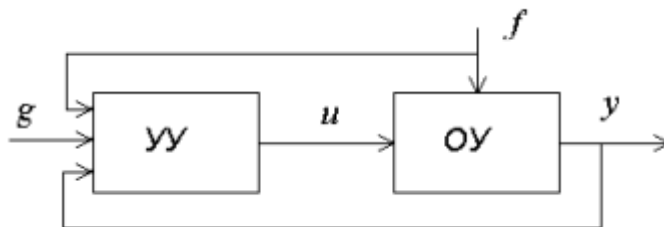
– тесты, состоящие из 10 вопросов, генерируются случайным образом:

проверяющих ОПК-1, ОПК-2, ОПК-4, ОПК-5, РООПК-1.1., РООПК-1.2, РООПК-2.1, РООПК-2.2, РООПК-4.1, РООПК-4.2, РООПК-5.1, РООПК-5.2.

1. Рассогласованием (ошибкой, отклонением) называется сигнал $e(t) = g(t) - y(t)$, характеризующий ...:

- требуемое направление движения системы с отрицательной обратной связью;
- текущее значение отклонения входного сигнала от задающего воздействия;
- текущее значение отклонения выходного сигнала от задающего воздействия;
- начальное значение отклонения выходного сигнала от задающего воздействия.

2. На рисунке 8 показана общая структура ...



- замкнутой системы управления;
- системы управления с компенсацией возмущения;
- системы комбинированного управления;
- разомкнутой системы управления

3. Выберите из предложенного списка типовые динамические звенья, относящиеся к группе позиционных

– изодромное; – колебательное; – дифференцирующее с замедлением; – консервативное; – апериодическое 2-го порядка; – идеальное интегрирующее.

4. Передаточной функции вида:

$$\frac{k}{s(3s+1)}$$

соответствует дифференциальное уравнение ...

- $3\dot{y} + y = ku$
- $3\dot{y} + y = k\dot{u}$

$$- 3\ddot{y} + \dot{y} = ku$$

$$- 3\ddot{y} + y = ku$$

5. Установите соответствие между названием типового динамического звена:

1) апериодическое звено второго порядка; 2) колебательное звено; 3) дифференцирующее звено с замедлением; 4) интегрирующее звено с замедлением и наклоном (наклонами) асимптотической ЛАХ (дб/декаду); А) 0 -20 -40; В) 0 -40; С) 20 0; D) -20 -40.

6. Если $W_1(s) = 5$ – передаточная функция прямой цепи, а $W_2(s) = \frac{3}{s}$ – передаточная

функция отрицательной обратной связи, то результирующая передаточная функция будет определяться выражением ...

$$- W(s) = \frac{5s}{s+15}$$

$$- W(s) = \frac{15}{s}$$

$$- W(s) = \frac{5s}{s-15}$$

$$- W(s) = \frac{15}{s+1}$$

7. Для построения амплитудно-частотной характеристики необходимо найти ...

– амплитуду выходного сигнала; – амплитуду и фазу выходного сигнала; – модуль частотной передаточной функции; – аргумент частотной передаточной функции.

8. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ) при ее определении в диапазоне частот от минус бесконечности до плюс бесконечности симметрична относительно ...

– оси ординат; – начала координат; – точки (-1,0); – оси абсцисс.

9. Логарифмическая амплитудно-частотная характеристика (ЛАЧХ) последовательно соединённых звеньев определяется как ...

– разность ЛАЧХ отдельных звеньев; – произведение ЛАЧХ отдельных звеньев; – сумма ЛАЧХ отдельных звеньев; – отношение ЛАЧХ отдельных звеньев.

10. Частотой среза называется ...

– точка пересечения графика ЛАЧХ с осью ординат; – точка пересечения асимптоты ЛАЧХ с осью абсцисс; – точка пересечения графика ЛАЧХ с осью абсцисс; – точка пересечения асимптоты ЛАЧХ с осью ординат.

11. Системы первого или второго порядков, у которых все коэффициенты характеристического уравнения имеют одинаковые знаки ...

– устойчивы; – неустойчивы; – на границе устойчивости; – требуется дополнительный анализ.

36. Укажите характеристические полиномы неустойчивых непрерывных систем:

$$- D(s) = 3s^2 - 2s + 1$$

$$- D(s) = 4s^4 + 2s^3 + s^2 + 1$$

$$- D(s) = s^2 + s + 1$$

$$- D(s) = 3s^2 - 5s + 2$$

12. Величина перерегулирования $\eta\%$ вычисляется по переходной функции $h(t)$ устойчивой системы (при известных $h_{\max}$ – максимальное значение, $h(\infty)$ – установившейся значение, $h(0)$ – начальное значение) по формуле ...

$$- \eta\% = \left[\left(h(\infty) - h(0) \right) / h(\infty) \right] \cdot 100\%$$

$$- \eta\% = \left[\left(h_{\max} - h(\infty) \right) / h(\infty) \right] \cdot 100\%$$

$$- \eta\% = \left[h_{\max} / h(\infty) \right] \cdot 100\%$$

$$- \eta\% = \left[h_{\max} - h(\infty) \right] \cdot 100\%$$

13 Запас устойчивости по фазе для замкнутой системы определяется по фазовой характеристике разомкнутого контура на частоте ...

– равной 1; – среза; – среднего задающего воздействия; – резонанса.

14 Ошибка в устойчивой статической системе стремится к бесконечности при _____ входном воздействии

– гармоническом; – линейно возрастающем; – постоянном; – нулевом.

15 Уменьшение коэффициента передачи разомкнутого контура системы управления приведет к увеличению ...

– выходного сигнала; – установившейся ошибки; – быстродействия системы; – перерегулирования.

Критерии оценивания: тест считается пройденным, если обучающий ответил правильно как минимум на половину вопросов.

Информация о разработчиках

Рогаев Константин Сергеевич, к.ф.-м.н., кафедра баллистики и гидроаэродинамики, доцент