

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

**Управление в технических системах**

по направлению подготовки / специальности

**15.03.06 Мехатроника и робототехника**

Направленность (профиль) подготовки/ специализация:  
**Промышленная и специальная робототехника**

Форма обучения

**Очная**

Квалификация

**Инженер, инженер-разработчик**

Год приема

**2024**

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ОПОП

Е.И. Борзенко

Председатель УМК

В.А. Скрипняк

Томск – 2024

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

Целью освоения дисциплины является формирование следующих компетенций:

БК-1 Способен применять общие и специализированные компьютерные программы при решении задач профессиональной деятельности

ОПК-8 Способен понимать принципы работы современных информационных технологий, обрабатывать и использовать новую информацию в своей предметной области, предлагать новые идеи и подходы к решению инженерных задач

ПК-2 Способность разрабатывать программное обеспечение, необходимое для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования

ПК-3 Способность проводить вычислительные эксперименты с использованием стандартных программных пакетов с целью исследования математических моделей мехатронных и робототехнических систем.

Результатами освоения дисциплины являются следующие индикаторы достижения компетенций:

РОБК-1.1 Знает правила и принципы применения общих и специализированных компьютерных программ для решения задач профессиональной деятельности

РОБК-1.2 Умеет применять современные IT-технологии для сбора, анализа и представления информации; использовать в профессиональной деятельности общие и специализированные компьютерные программы

РООПК-8.1 Знает методы поиска, хранения, обработки, анализа и представления в требуемом формате информации

РООПК-8.2 Умеет решать задачи обработки данных с помощью современных средств автоматизации

РОПК 2.1 Знает алгоритмические языки программирования

РОПК 2.2 Умеет разрабатывать программное обеспечение для обработки информации и управления в мехатронных и робототехнических системах, а также для их проектирования.

РОПК 3.1 Знает основы математического моделирования мехатронных и робототехнических систем.

РОПК 3.2 Умеет использовать стандартные пакеты прикладных программ для выполнения математического моделирования.

## **2. Оценочные материалы текущего контроля и критерии оценивания**

Элементы текущего контроля:

– устный опрос;

Устный опрос в конце каждой изученной темы (РОБК-1.1, РОБК-1.2, РООПК-8.1, РООПК-8.2, РОПК-2.1, РОПК-2.2, РОПК-3.1, РОПК-3.2)

Вопросы текущего контроля:

1. Что называется управлением
2. Что называют управляющим воздействием
3. Что называется устройством управления
4. В чем суть принципа разомкнутого управления
5. Что называется объектом управления
6. В чем суть принципа компенсации
7. Что называется системой автоматического управления
8. В чем суть принципа обратной связи
9. Что называется управляющим органом

10. В чем суть принципа разомкнутого управления
11. Что называют задающим устройством
12. Что называют управляющим воздействием
13. Что называют чувствительным элементом
14. В чем суть принципа компенсации
15. Что называют выходной величиной объекта управления
16. В чем суть принципа обратной связи
17. Дайте определение линейной системы управления
18. Дайте определение стационарной системы управления
19. Дайте определение передаточной функции системы управления
20. Покажите передаточные функции усилительного и колебательного звеньев
21. Покажите передаточные функции интегрирующего и инерционного звеньев
22. Что называют единичной ступенчатой функцией
23. Что называют единичной импульсной функцией ( $\delta$ -функция Дирака)
24. Дайте определение переходной функции
25. Покажите переходные функции усилительного и колебательного звеньев
26. Покажите переходные функции интегрирующего и инерционного звеньев
27. Дайте определение импульсной переходной функции и покажите ее связь с переходной функцией
28. Покажите связь между передаточной и импульсной переходной функциями
29. Представьте реакцию системы  $x(t)$  на произвольное управляющее воздействие  $u(t)$
30. Что называют частотной характеристикой линейной системы
31. Что называют амплитудной частотной характеристикой системы
32. Что называют фазовой частотной характеристикой системы
33. Покажите частотные характеристики усилительного и интегрирующего звеньев
34. Покажите частотные характеристики инерционного звена
35. Запишите передаточную функцию последовательного соединения звеньев
36. Покажите частотные характеристики колебательного звена
37. Запишите передаточную функцию параллельного соединения звеньев
38. Запишите передаточную функцию соединения с обратной связью
39. Что называют не возмущенным движением системы
40. Что называют возмущенным движением системы
41. Покажите дифференциальные уравнения для отклонений параметров возмущенного движения от параметров невозмущенного движения
42. Сформулируйте понятие устойчивости движения динамической системы по Ляпунову
43. Условие асимптотической устойчивости системы по Ляпунову
44. Условие неустойчивости системы по Ляпунову
45. Условия нахождения системы на границе устойчивости
46. Сформулируйте критерий Гурвица
47. Запишите приращение аргумента характеристического полинома  $N(j\omega)$
48. системы автоматического управления  $n$ -го порядка, имеющего  $k$  – правых 49. корней при изменении частоты  $\omega$  от нуля до  $(+\infty)$
50. Запишите формулировку критерия Найквиста
51. Запишите формулировку правила переходов Цыпкина
52. Критерий Михайлова (Формулировка 1)
53. Критерий Михайлова (Формулировка 2)
54. Критерий Михайлова Признаки неустойчивости
55. Следствие из критерия Михайлова
56. Условие перемежаемости корней вещественной и мнимой функций Михайлова

57. Запишите условие того, что система находится на границе устойчивости по критерию Михайлова, когда в характеристический полином системы входят два параметра
58. Как определить область – претендент на область устойчивости
59. В каком случае система будет называться структурно неустойчивой по отношению к параметрам (А, В)
60. Сформулируйте три этапа построение области устойчивости методом D-разбиения
61. Покажите и объясните случай появления особой прямой
62. Каким образом особая прямая позволяет доопределить границы областей D-разбиения
63. Что называют прямой мерой качества управления
64. Что называют интегральной мерой качества управления
65. Что называют временем установления, перерегулированием и колебательностью переходного процесса
66. Что называют вероятностной мерой качества управления.
67. Дай те определение и запишите передаточную функцию относительно ошибки воспроизведения сигнала
68. Запишите и объясните представление выхода системы управления через управляющее воздействие в реальном времени
69. Какие системы называются астатическими
70. Сформулируйте общее условие неискаженного воспроизведения сигнала
71. Запишите передаточную функцию по отношению к ошибке воспроизведения  $\hat{\varepsilon}(t)$
72. В каком случае можно полностью скомпенсировать влияние помехи корректирующим блоком
73. Сформулируйте теорему Какей
74. Охарактеризуйте область I диаграммы Вышнеградского
75. Охарактеризуйте область II диаграммы Вышнеградского
76. Охарактеризуйте область III диаграммы Вышнеградского

Критерии оценивания: правильные, развернутые ответы или содержащие незначительные фактические ошибки.

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

**Вопросы промежуточной аттестации (РОБК-1.1, РОБК-1.2, РООПК-8.1, РООПК-8.2, РОПК-2.1, РОПК-2.2, РОПК-3.1, РОПК-3.2)**

1. Методологические проблемы кибернетики. Использование автоматических систем для контроля и прогнозирования состояния окружающей среды.
2. Передаточная функция.
3. Переходная функция, импульсная переходная функция.
4. Частотные характеристики систем автоматического управления (САУ).
5. Годограф частотной характеристики.
6. Логарифмические частотные характеристики.
7. Соединение звеньев САУ.
8. Общая постановка Ляпунова.
9. Критерии устойчивости. Алгебраические критерии устойчивости Рауса, Гурвица. 10. Частотные критерии Найквиста, Михайлова.
11. Построение областей устойчивости.
12. Признаки устойчивости нелинейных САУ.

13. Критерий Попова.
14. О синтезе корректирующих устройств нелинейных САУ. Метод гармонического баланса.
15. Меры качества управления для линейных систем. Точность САУ в установившемся режиме.
16. Описание структуры автоматических систем с помощью дифференциальных операторов. Астатические системы.
17. Влияние на управление внешних воздействий.
18. Повышение качества систем с помощью корректирующих звеньев.
19. Переходная функция как характеристика качества системы.
20. Теорема Какейя. Диаграмма Вышнеградского.
21. Некоторые свойства временных сигналов.
22. Основные свойства корреляционной функции и спектральной плотности мощности стационарного эргодического процесса.
23. Связь корреляционной функции и спектральной плотности мощности выхода и входа САУ.
24. Задача прогнозирования и фильтрации в автоматике.

**Образцы билетов** (РОБК-1.1, РОБК-1.2, РООПК-8.1, РООПК-8.2, РОПК-2.1, РОПК-2.2, РОПК-3.1, РОПК-3.2)

Билет №1.

1. Передаточная функция.
2. Точность САУ в установившемся режиме.

Билет №2.

1. Переходная функция, импульсная переходная функция.
2. Описание структуры автоматических систем с помощью дифференциальных операторов. Астатические системы.

Билет №3.

1. Частотные характеристики систем автоматического управления.
2. Влияние на управление внешних воздействий.

Билет №4.

1. Годограф частотной характеристики.
2. Повышение качества систем с помощью корректирующих звеньев.

Билет №5.

1. Соединение звеньев САУ.
2. Переходная функция как характеристика качества системы.

Билет №6.

1. Общая постановка Ляпунова устойчивости движения системы.
2. Теорема Какейя.

Билет №7.

1. Критерии устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости Гурвица.
2. Некоторые свойства временных сигналов.

Билет №8.

1. Частотный критерий Найквиста.

2. Основные свойства корреляционной функции и спектральной плотности мощности стационарного эргодического процесса.

Билет №9.

1. Частотный критерий Михайлова.
2. Диаграмма Вышнеградского.

Билет №10.

1. Построение областей устойчивости.
2. Связь корреляционной функции и спектральной плотности мощности выхода и входа САУ.

Билет №11

1. Меры качества управления для линейных систем.
2. Задача прогнозирования и фильтрации в автоматике.

На основе содержания курса, по каждому из разделов сформулированы вопросы, обсуждаемые в ходе работы с преподавателем. Завершающая аттестация по курсу проводится в форме письменного зачета. Уровень подготовки обучающегося и его оценка выявляются в результате собеседований. В основе итоговой оценки лежит качество освоения разделов дисциплины с учётом степени активности каждого слушателя в ходе проведения семинаров.

Зачет с оценкой проводится по результатам письменного зачета по билетам и дополнительным вопросам

<b>Уровень</b>	<b>Качество ответов при собеседовании</b>	<b>Оценка</b>
1	Не ответил на вопросы или не явился на экзамен	неудовлетворительно
2	Фрагментарные ответы на основные и дополнительные вопросы. Оценка выставляется студенту, который не знает большей части основного содержания дисциплины, допускает грубые ошибки в формулировках основных понятий дисциплины.	неудовлетворительно
3	Формальные ответы на основные вопросы, слабое понимание физической сути при ответах на дополнительные вопросы. Оценка выставляется студенту, показавшему фрагментарный, разрозненный характер знаний, недостаточно точно формулирующему базовые понятия, допустившему неточности в построении физической модели или ее программной реализации	удовлетворительно
4	Ответы на основные вопросы с замечаниями. Имеются разного уровня замечания по дополнительным вопросам. Оценка выставляется студенту, твердо	хорошо

	знающему материал, грамотно и, по существу, излагающему его, умеющему применять полученные знания на практике, но допускающему некритичные неточности в построении модели.	
5	<p>Ответы на основные и дополнительные вопросы без существенных замечаний.</p> <p>Оценка выставляется студенту, способному самостоятельно принимать решения, оценивать их эффективность, обосновывать принятые решения и реализовывать их с помощью информационных технологий</p>	отлично

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

*Оценочные материалы для проверки остаточных знаний могут быть использованы для формирования программы ГИА (программы государственного экзамена), а также экспертом Рособнадзора при проведении проверки диагностической работы по оценке уровня сформированности компетенций обучающихся (при контрольно-надзорной проверке). Вопросы данного раздела показывают вклад дисциплины в образовательный результат образовательной программы. Объем заданий в данном разделе зависит как от количества формируемых индикаторов достижения компетенций, так и от объема дисциплины по учебному плану.*

Вопросы:

1. Что называется управлением
2. Что называют управляющим воздействием
3. Что называется устройством управления
4. В чем суть принципа разомкнутого управления
5. Что называется объектом управления
6. В чем суть принципа компенсации
7. Что называется системой автоматического управления
8. В чем суть принципа обратной связи
9. Что называется управляющим органом
10. В чем суть принципа разомкнутого управления
11. Что называют задающим устройством
12. Что называют управляющим воздействием
13. Что называют чувствительным элементом
14. В чем суть принципа компенсации
15. Что называют выходной величиной объекта управления
16. В чем суть принципа обратной связи
17. Дайте определение линейной системы управления
18. Дайте определение стационарной системы управления
19. Дайте определение передаточной функции системы управления
20. Покажите передаточные функции усилительного и колебательного звеньев
21. Покажите передаточные функции интегрирующего и инерционного звеньев
22. Что называют единичной ступенчатой функцией
23. Что называют единичной импульсной функцией ( $\delta$ -функция Дирака)
24. Дайте определение переходной функции
25. Покажите переходные функции усилительного и колебательного звеньев

26. Покажите переходные функции интегрирующего и инерционного звеньев
27. Дайте определение импульсной переходной функции и покажите ее связь с переходной функцией
28. Покажите связь между передаточной и импульсной переходной функциями
29. Представьте реакцию системы  $x(t)$  на произвольное управляющее воздействие  $u(t)$
30. Что называют частотной характеристикой линейной системы
31. Что называют амплитудной частотной характеристикой системы
32. Что называют фазовой частотной характеристикой системы
33. Покажите частотные характеристики усилительного и интегрирующего звеньев
34. Покажите частотные характеристики инерционного звена
35. Запишите передаточную функцию последовательного соединения звеньев
36. Покажите частотные характеристики колебательного звена
37. Запишите передаточную функцию параллельного соединения звеньев
38. Запишите передаточную функцию соединения с обратной связью
39. Что называют не возмущенным движением системы
40. Что называют возмущенным движением системы
41. Покажите дифференциальные уравнения для отклонений параметров возмущенного движения от параметров невозмущенного движения
42. Сформулируйте понятие устойчивости движения динамической системы по Ляпунову
43. Условие асимптотической устойчивости системы по Ляпунову
44. Условие неустойчивости системы по Ляпунову
45. Условия нахождения системы на границе устойчивости
46. Сформулируйте критерий Гурвица
47. Запишите приращение аргумента характеристического полинома  $N(j\omega)$
48. системы автоматического управления  $n$ -го порядка, имеющего  $k$  – правых 49. корней при изменении частоты  $\omega$  от нуля до  $(+\infty)$
50. Запишите формулировку критерия Найквиста
51. Запишите формулировку правила переходов Цыпкина
52. Критерий Михайлова (Формулировка 1)
53. Критерий Михайлова (Формулировка 2)
54. Критерий Михайлова Признаки неустойчивости
55. Следствие из критерия Михайлова
56. Условие перемежаемости корней вещественной и мнимой функций Михайлова
57. Запишите условие того, что система находится на границе устойчивости по критерию Михайлова, когда в характеристический полином системы входят два параметра
58. Как определить область – претендент на область устойчивости
59. В каком случае система будет называться структурно неустойчивой по отношению к параметрам  $(A, B)$
60. Сформулируйте три этапа построения области устойчивости методом D-разбиения
61. Покажите и объясните случай появления особой прямой
62. Каким образом особая прямая позволяет доопределить границы областей D-разбиения
63. Что называют прямой мерой качества управления
64. Что называют интегральной мерой качества управления
65. Что называют временем установления, перегулированием и колебательностью переходного процесса
66. Что называют вероятностной мерой качества управления.



67. Дайте определение и запишите передаточную функцию относительно ошибки воспроизведения сигнала
68. Запишите и объясните представление выхода системы управления через управляющее воздействие в реальном времени
69. Какие системы называются астатическими
70. Сформулируйте общее условие неискаженного воспроизведения сигнала
71. Запишите передаточную функцию по отношению к ошибке воспроизведения  $\hat{\varepsilon}(t)$
72. В каком случае можно полностью скомпенсировать влияние помехи корректирующим блоком
73. Сформулируйте теорему Какейя
74. Охарактеризуйте область I диаграммы Вышнеградского
75. Охарактеризуйте область II диаграммы Вышнеградского
76. Охарактеризуйте область III диаграммы Вышнеградского

Критерии оценивания: правильные, развернутые ответы или содержащие незначительные фактические ошибки на любые два теоретических вопроса из списка.

### **Информация о разработчиках**

Биматов Владимир Исмагилович, доктор физико-математических наук, доцент, профессор кафедры Динамики полета физико-технического факультета НИ ТГУ.