

**Министерство науки и высшего образования РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

**Направление подготовки/специальность: 13.03.01 Теплоэнергетика и теплотехника**

**Наименование образовательной программы: Автоматизация технологических процессов в теплоэнергетике**

**Уровень образования: высшее образование - бакалавриат**

**Форма обучения: Очная**

**Оценочные материалы  
по дисциплине  
Теория автоматического управления**

**Москва  
2024**

## ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ РАЗРАБОТАЛ:

Разработчик

|  |                                                    |                                 |
|--|----------------------------------------------------|---------------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                                 |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                                 |
|  | Владелец                                           | Мерзликина Е.И.                 |
|  | Идентификатор                                      | R26072d90-MerzlikinaYI-9a9904a3 |

Е.И.  
Мерзликина

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной  
программы

|  |                                                    |                            |
|--|----------------------------------------------------|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                            |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                            |
|  | Владелец                                           | Мезин С.В.                 |
|  | Идентификатор                                      | R420ae592-MezinSV-dc40cfee |

С.В. Мезин

Заведующий  
выпускающей кафедрой

|  |                                                    |                            |
|--|----------------------------------------------------|----------------------------|
|  | Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ» |                            |
|  | Сведения о владельце ЦЭП МЭИ                       |                            |
|  | Владелец                                           | Мезин С.В.                 |
|  | Идентификатор                                      | R420ae592-MezinSV-dc40cfee |

С.В. Мезин

## 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-3 Способен участвовать в проектировании автоматизированных систем управления объектов профессиональной деятельности с использованием современных технических и программных средств

ИД-2 Выполняет сбор и анализ данных для построения моделей объектов профессиональной деятельности, применяет методы расчета автоматизированных систем управления

и включает:

**для текущего контроля успеваемости:**

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа 1, 7 семестр. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения (Контрольная работа)
2. Контрольная работа 1, 8 семестр. Системы управления сложной структуры (Контрольная работа)
3. Контрольная работа 2, 7 семестр. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. Критерии устойчивости (Контрольная работа)
4. Контрольная работа 2, 8 семестр. Системы управления с цифровыми контроллерами. Некоторые нелинейные вопросы теории автоматического управления (Контрольная работа)
5. Расчетное задание, 7 семестр: «Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми алгоритмами регулирования» (Расчетно-графическая работа)
6. Тест 1, 7 семестр. Основные термины и определения теории автоматического управления (Тестирование)
7. Тест 1, 8 семестр. Системы управления сложной структуры (Тестирование)
8. Тест 2, 7 семестр. Структурные схемы систем управления (Тестирование)
9. Тест 2, 8 семестр. Системы управления с цифровыми контроллерами (Тестирование)
10. Тест 3, 7 семестр. Случайные процессы и их характеристики. Расчет АСР на минимум СКО (Тестирование)
11. Тест 3, 8 семестр. Некоторые нелинейные вопросы теории автоматического управления (Тестирование)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ 1-3, 7 семестр (Коллоквиум)
2. Защита лабораторных работ 4-5, 7 семестр (Коллоквиум)

## БРС дисциплины

7 семестр

| Раздел дисциплины | Веса контрольных мероприятий, % |
|-------------------|---------------------------------|
|-------------------|---------------------------------|

|                                                                                                                         | Индекс<br>КМ: | КМ-<br>1 | КМ-<br>2 | КМ-<br>3 | КМ-<br>4 | КМ-<br>5 | КМ-<br>6 | КМ-<br>7 | КМ-<br>8 |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                                                                                                                         | Срок КМ:      | 3        | 8        | 15       | 9        | 16       | 15       | 10       | 14       |
| Введение. Основные понятия управления, термины и определения                                                            |               |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Введение. Основные понятия управления, термины и определения                                                            | +             | +        |          |          |          |          |          |          |          |
| Дифференциальные уравнения и динамические характеристики линейных систем                                                |               |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Динамические системы и их виды. Математический аппарат исследования линейных непрерывных динамических систем.           |               | +        | +        | +        |          |          |          | +        | +        |
| Структурные схемы систем управления. Элементарные звенья и их соединения                                                |               |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Структурные схемы систем управления. Элементарные звенья и их соединения                                                | +             | +        |          | +        |          |          |          | +        |          |
| Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем управления                                                        |               |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Устойчивость, запас устойчивости и робастность систем управления                                                        |               |          | +        |          | +        |          |          |          | +        |
| Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных                         |               |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Расчет систем автоматического управления из условия минимизации выбросов управляемых переменных                         |               |          | +        |          | +        | +        |          |          | +        |
| Расчет систем автоматического управления из условия минимизации среднеквадратического отклонения управляемых переменных |               |          |          |          |          |          |          |          |          |
| Расчет систем автоматического управления из условия минимизации среднеквадратического отклонения управляемых переменных |               | +        | +        |          | +        |          |          | +        | +        |
| Вес КМ:                                                                                                                 |               | 5        | 5        | 5        | 20       | 20       | 25       | 10       | 10       |

8 семестр

| Раздел дисциплины                                                    | Веса контрольных мероприятий, % |          |           |           |           |           |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                                                                      | Индекс<br>КМ:                   | КМ-<br>9 | КМ-<br>10 | КМ-<br>11 | КМ-<br>12 | КМ-<br>13 |
|                                                                      | Срок КМ:                        | 4        | 6         | 8         | 14        | 13        |
| Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматического управления |                                 |          |           |           |           |           |
| Синтез алгоритмов сложных структур систем автоматического управления | +                               | +        | +         |           |           |           |
| Системы управления с цифровыми контроллерами                         |                                 |          |           |           |           |           |
| Системы управления с цифровыми контроллерами                         | +                               |          | +         | +         | +         | +         |

|                                                                                         |    |    |    |    |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|----|----|----|----|
| Некоторые нелинейные задачи автоматического управления                                  |    |    |    |    |    |
| Некоторые нелинейные задачи автоматического управления                                  |    |    | +  | +  | +  |
| Некоторые современные проблемы и направления развития теории автоматического управления |    |    |    |    |    |
| Некоторые современные проблемы и направления развития теории автоматического управления |    |    |    | +  |    |
| Вес КМ:                                                                                 | 15 | 25 | 15 | 20 | 25 |

\$Общая часть/Для промежуточной аттестации\$

### **БРС курсовой работы/проекта**

8 семестр

| Раздел дисциплины                                                                         | Веса контрольных мероприятий, % |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|------|------|------|------|
|                                                                                           | Индекс КМ:                      | КМ-1 | КМ-2 | КМ-3 | КМ-4 |
|                                                                                           | Срок КМ:                        | 3    | 7    | 11   | 14   |
| Получение задания. Составление плана работы. Получение первичных указаний от руководителя |                                 | +    |      |      |      |
| Выполнение обзора литературы. Выполнение первой части расчета                             |                                 |      | +    |      |      |
| Выполнение второй части расчета                                                           |                                 |      |      | +    |      |
| Завершение расчета. Оформление работы                                                     |                                 |      |      |      | +    |
| Вес КМ:                                                                                   |                                 | 10   | 30   | 30   | 30   |

## 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-3               | ИД-2ПК-3 Выполняет сбор и анализ данных для построения моделей объектов профессиональной деятельности, применяет методы расчета автоматизированных систем управления | Знать:<br>Основные тенденции и направления развития современной теории управления<br>основные термины и определения, используемые в сфере автоматического управления;<br>основные свойства тепловых объектов как объектов управления<br>состав, структуру и задачи автоматических и автоматизированных систем управления<br>типовые линейные алгоритмы управления<br>типовые нелинейные алгоритмы управления<br>методы синтеза линейных систем управления<br>методы анализа линейных систем управления | Тест 1, 7 семестр. Основные термины и определения теории автоматического управления (Тестирование)<br>Тест 2, 7 семестр. Структурные схемы систем управления (Тестирование)<br>Тест 3, 7 семестр. Случайные процессы и их характеристики. Расчет АСР на минимум СКО (Тестирование)<br>Контрольная работа 1, 7 семестр. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения (Контрольная работа)<br>Контрольная работа 2, 7 семестр. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. Критерии устойчивости (Контрольная работа)<br>Расчетное задание, 7 семестр: «Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми алгоритмами регулирования» (Расчетно-графическая работа)<br>Защита лабораторных работ 1-3, 7 семестр (Коллоквиум)<br>Защита лабораторных работ 4-5, 7 семестр (Коллоквиум)<br>Тест 1, 8 семестр. Системы управления сложной структуры (Тестирование)<br>Контрольная работа 1, 8 семестр. Системы управления сложной структуры (Контрольная работа)<br>Тест 2, 8 семестр. Системы управления с цифровыми контроллерами (Тестирование)<br>Тест 3, 8 семестр. Некоторые нелинейные вопросы теории автоматического управления (Тестирование) |

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                           |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  | <p>методы математического описания линейных систем управления</p> <p>методы математического описания нелинейных систем управления и систем управления с дискретными и цифровыми элементами</p> <p>методы синтеза систем управления сложной структуры и систем управления с дискретными и цифровыми элементами</p> <p>основные нелинейные элементы систем управления, их характеристики и способы их моделирования</p> <p>методы анализа нелинейных систем управления и систем управления с дискретными и цифровыми элементами</p> <p>Уметь:</p> <p>выполнять синтез систем регулирования с цифровыми и дискретными</p> <p>выполнять синтез АСР сложной структуры (с исчезающим в статике сигналом из</p> | <p>Контрольная работа 2, 8 семестр. Системы управления с цифровыми контроллерами. Некоторые нелинейные вопросы теории автоматического управления (Контрольная работа)</p> |
|--|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>промежуточной точки, каскадных, комбинированных, многосвязных)</p> <p>применять методы идентификации объектов управления</p> <p>уметь применять основные термины и определения, используемые в сфере автоматического управления</p> <p>применять способы повышения качества работы систем управления</p> <p>выполнять анализ линейных систем автоматического управления, оценивать качество их работы, рассчитывать прямые и интегральные показатели качества</p> <p>строить математические модели нелинейных объектов и систем управления, а также систем управления с цифровыми и дискретными элементами</p> <p>выполнять синтез АСР с типовыми линейными алгоритмами управления</p> |  |
|--|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

|  |  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  |  | <p>рассчитывать статические и динамические характеристики линейных объектов и систем управления, а также получать их экспериментальным путем</p> <p>рассчитывать характеристики нелинейных объектов и систем управления, а также систем управления с цифровыми и дискретными элементами</p> <p>строить математические модели линейных объектов и систем управления</p> <p>выполнять анализ нелинейных систем и систем управления с цифровыми и дискретными элементами</p> |  |
|--|--|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

## II. Содержание оценочных средств. Шкала и критерии оценивания

7 семестр

### КМ-1. Тест 1, 7семестр. Основные термины и определения теории автоматического управления

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие проводится в форме письменного тестирования

#### Краткое содержание задания:

Выберите один или несколько правильных ответов или установите соответствие между колонками.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                 |   |                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: основные свойства тепловых объектов как объектов управления                      | 1. Тепловые объекты управления имеют следующие характерные особенности (выберите один или несколько правильных ответов):<br>А) наличие запаздывания;<br>Б) многомерность;<br>В) значительная инерционность;<br>Г) высокая скорость протекания переходных процессов;<br>Д) Отсутствие колебательных временных динамических характеристик. |                                 |   |                                                                                                                       |
| Знать: основные термины и определения, используемые в сфере автоматического управления; | 1. Установить соответствие между первой и второй колонками.                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                 |   |                                                                                                                       |
|                                                                                         | 1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Регулятор непрямого действия    | А | Имеет несколько управляемых величин                                                                                   |
|                                                                                         | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Сигнал рассогласования          | Б | Объект, математическая модель которого известна неточно, и на который действуют случайные неконтролируемые возмущения |
|                                                                                         | 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Недетерминированный объект      | В | Сочетает в себе принципы регулирования по отклонению и возмущению                                                     |
|                                                                                         | 4                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Нелинейная динамическая система | Г | Техническое устройство, выполняющее функции управления                                                                |
|                                                                                         | 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Комбинированная                 | Д | Канал, по которому                                                                                                    |

|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  |                               |   |                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-------------------------------|---|--------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |  | система                       |   | информация подается с выхода системы на ее вход                          |
|                                                                                                        | 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Многомерный объект управления | Е | Отражает разницу между значениями задания и регулируемой величины        |
|                                                                                                        | 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Разомкнутая система           | Ж | Использует для перемещения регулирующего органа внешний источник энергии |
|                                                                                                        | 8                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Обратная связь                | З | Разделение системы на подсистемы                                         |
|                                                                                                        | 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |  | Декомпозиция системы          | И | Система, в которой нет обратной связи                                    |
|                                                                                                        | 10                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  | Контроллер                    | К | Описывается нелинейным дифференциальным уравнением                       |
| Знать: состав, структуру и задачи автоматических и автоматизированных систем управления                | 1. Что входит в состав простейшей системы автоматического управления?<br>а) автоматизированное рабочее место оператора;<br>б) объект;<br>в) устройство управления;<br>г) обратная связь;<br>д) человеко-машинный интерфейс.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |  |                               |   |                                                                          |
| Уметь: уметь применять основные термины и определения, используемые в сфере автоматического управления | 1. Необходимо установить зависимость между температурой в помещении и температурой наружного воздуха. Выберите верные утверждения.<br>А) температура в помещении является откликом, а температура наружного воздуха - влияющим фактором.<br>Б) температура в помещении является влияющим фактором, а температура наружного воздуха является откликом.<br>В) установить искомую зависимость можно с помощью активного эксперимента.<br>Г) установить искомую зависимость можно с помощью пассивного эксперимента.<br>2. В системе управления посудомоечной машиной устанавливается время мойки, далее происходит запуск машины в работу. По окончании установленного времени работа машины прекращается. Выберите утверждения, описывающие данную систему управления.<br>А) это система управления без обратной связи.<br>Б) это система управления с обратной связью.<br>В) таймер играет роль задатчика.<br>Г) таймер играет роль датчика выходной величины. |  |                               |   |                                                                          |

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 90 или более процентов заданий

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 75-89 процентов заданий

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 60-74 процента заданий

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 59 или менее процентов заданий

## КМ-2. Тест 2, 7 семестр. Структурные схемы систем управления

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 5

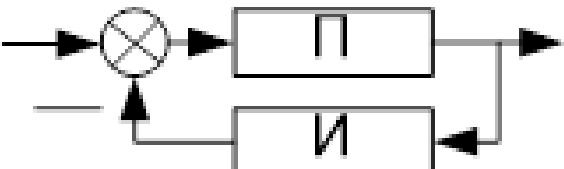
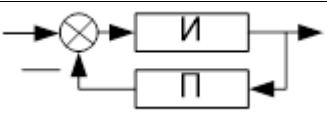
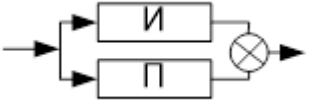
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие проводится в форме письменного тестирования

### Краткое содержание задания:

Выберите один или несколько правильных ответов, установите соответствие между колонками, определите звено и его параметры по заданной характеристике

### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |     |   |   |                |                                     |     |
|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|---|---|----------------|-------------------------------------|-----|
| Знать: методы математического описания линейных систем управления  | 1. Выберите правильный ответ. Передаточная функция реального дифференцирующего звена имеет вид: <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td></tr><tr><td><math>kTs/(Ts + 1)</math></td><td><math>k \frac{T_1^1 s + 1}{T_2^2 s + 1}</math></td><td><math>e</math></td></tr></table>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 1   | 2 | 3 | $kTs/(Ts + 1)$ | $k \frac{T_1^1 s + 1}{T_2^2 s + 1}$ | $e$ |
| 1                                                                  | 2                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 3   |   |   |                |                                     |     |
| $kTs/(Ts + 1)$                                                     | $k \frac{T_1^1 s + 1}{T_2^2 s + 1}$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | $e$ |   |   |                |                                     |     |
| Знать: основные свойства тепловых объектов как объектов управления | 1. Выберите один или несколько правильных ответов. В состав модели объекта без самовыравнивания<br>А) обязательно должно входить интегрирующее звено;<br>Б) ни в коем случае не должно входить интегрирующее звено;<br>В) может входить звено запаздывания;<br>Г) может входить интегрирующее звено;<br>Д) обязательно должно входить звено запаздывания.<br>2. Идеальный ПИД-алгоритм можно представить в виде:<br>А) последовательного соединения трех аperiodических звеньев и звена запаздывания;<br>Б) параллельного соединения трех аperiodических звеньев и звена запаздывания;<br>В) последовательного соединения пропорционального, интегрирующего и идеального дифференцирующего звена;<br>Г) параллельного соединения пропорционального, интегрирующего и идеального дифференцирующего звена. |     |   |   |                |                                     |     |
| Знать: типовые                                                     | 1. Установите соответствие.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |     |   |   |                |                                     |     |

|                               |   |                                                                                                                       |   |                        |
|-------------------------------|---|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------|
| линейные алгоритмы управления | 1 |  <p>Figure 1 Соединение звеньев</p> | А | $A \frac{Bs + 1}{B} s$ |
|                               | 2 |  <p>Figure 2 Соединение звеньев</p>  | Б | $As/(Bs + 1)$          |
|                               | 3 |  <p>Figure 3 Соединение звеньев</p>  | В | $A/(Bs + 1)$           |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 ставится, если выполнено правильно 90 или более процентов заданий.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 ставится, если выполнено правильно 75-89 процентов заданий

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 ставится, если выполнено правильно 60-74 процента заданий

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 ставится, если выполнено правильно 59 или меньше процентов заданий.

#### КМ-3. Тест 3, 7 семестр. Случайные процессы и их характеристики. Расчет АСР на минимум СКО

Формы реализации: Письменная работа

Тип контрольного мероприятия: Тестирование

Вес контрольного мероприятия в БРС: 5

Процедура проведения контрольного мероприятия: Контрольное мероприятие проводится в форме письменного тестирования

#### Краткое содержание задания:

Выберите один или несколько правильных ответов

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| Знать: методы анализа линейных | 1.Выберите правильный ответ |
|--------------------------------|-----------------------------|

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| систем управления                                                                                                                                        | <p>Стационарный процесс – это процесс</p> <p>А) который не изменяется во времени;</p> <p>В) математическое ожидание, СКО и корреляционная функция которого не изменяются во времени;</p> <p>Г) спектральная плотность которого не изменяется во времени;</p> <p>Д) оценка спектральной плотности которого не изменяется во времени.</p> <p>2. Выберите один или несколько правильных ответов</p> <p>Корреляционная функция стационарного случайного процесса:</p> <p>А) совпадает с его взаимной корреляционной функцией;</p> <p>В) является четной функцией;</p> <p>Г) зависит только от корреляционного сдвига и не зависит от времени;</p> <p>Д) имеет математическое ожидание, равное нулю.</p> |
| Знать: методы синтеза линейных систем управления                                                                                                         | <p>1. Выберите один или несколько правильных ответов</p> <p>Критерий минимума СКО применяется в случае, если:</p> <p>А) управляемая величина в процессе работы должна быть постоянной;</p> <p>В) отклонение управляемой величины не должно превышать определенного значения;</p> <p>Г) отклонение управляемой величины должно быть в среднем небольшим;</p> <p>Д) остаточное отклонение управляемой величины должно быть минимальным.</p>                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Уметь: выполнять анализ линейных систем автоматического управления, оценивать качество их работы, рассчитывать прямые и интегральные показатели качества | <p>1. Дан линейный объект, представляющий собой последовательное соединение двух апериодических звеньев с параметрами: <math>K_1=2</math>, <math>T_1=12</math> с, <math>K_2=3</math>; <math>T_2=15</math> с. На вход объекта приходит случайный процесс с математическим ожиданием, равным 1, и дисперсией, равной 0,5. Чему равно математическое ожидание случайного процесса на выходе звена?</p> <p>А) 1</p> <p>Б) 2</p> <p>В) 3</p> <p>Г) 6</p>                                                                                                                                                                                                                                                 |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 5 ставится, если правильно выполнено 90 или более процентов заданий

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 4 ставится, если правильно выполнено 75-89 процентов заданий

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 3 ставится, если правильно выполнено 60-74 процента заданий

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 2 ставится, если правильно выполнено 59 или менее процентов заданий

**КМ-4. Контрольная работа 1, 7 семестр. Дифференциальные уравнения и динамические характеристики систем управления. Элементарные звенья и их соединения**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа 1 проводится в форме письменной контрольной работы

**Краткое содержание задания:**

Выполните указанные задания

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: рассчитывать статические и динамические характеристики линейных объектов и систем управления, а также получать их экспериментальным путем | 1. Решить линейное дифференциальное уравнение, построить график $y(t)$ . Начальные условия считать нулевыми. $y + 2\dot{y} = 3x, x(t) = 1(t)$<br>2. Для динамической системы, описываемой ЛДУ из задания 1, получить передаточную функцию и КЧХ. КЧХ записать в показательном виде и в виде суммы действительной и мнимой частей. Получить выражения для АЧХ и ФЧХ. Построить графики действительной и мнимой части КЧХ, АЧХ и ФЧХ, годограф КЧХ, ЛАЧХ и ЛФЧХ. |
| Уметь: строить математические модели линейных объектов и систем управления                                                                       | 1. Дано дифференциальное уравнение динамической системы. Найти передаточную функцию и КЧХ системы. Начальные условия считать нулевыми: $3\ddot{y} + 4\dot{y} + y = x + 3\dot{x} + 2\ddot{x}$                                                                                                                                                                                                                                                                   |

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 5 выставляется, если все задачи решены совершенно правильно, или при решении задач допущены небольшие недочеты и неточности.

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 4 выставляется, если все задачи в целом решены правильно, но при решении задач допущены недочеты и неточности, в одной или двух задачах имеется негрубая ошибка

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 3 выставляется, если в трех или более задачах допущены негрубые ошибки; или в одной из задач допущена грубая ошибка, в других задачах допущены одна или две негрубые ошибки.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 2 выставляется, если в работе допущено более двух грубых ошибок, существенно влияющих на результат решения.

### **КМ-5. Контрольная работа 2, 7 семестр. Устойчивость и запас устойчивости линейных динамических систем. Критерии устойчивости**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа 2 проводится в форме письменной контрольной работы

**Краткое содержание задания:**

Выполните указанные задания

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять анализ линейных систем автоматического управления, оценивать качество их работы, рассчитывать прямые и интегральные показатели качества | 1. Дано характеристическое уравнение динамической системы, проверить данную систему на устойчивость по Гурвицу и по Михайлову, построить годограф вектора Михайлова<br>$3s + 2s + 5s + 1 = 0$ |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 5 выставляется, если все задачи решены совершенно правильно, или при решении задач допущены небольшие недочеты и неточности.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 4 выставляется, если все задачи в целом решены правильно, но при решении задач допущены недочеты и неточности, в одной или двух задачах имеется негрубая ошибка

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 3 выставляется, если в трех или более задачах допущены негрубые ошибки; или в одной из задач допущена грубая ошибка, в других задачах допущены одна или две негрубые ошибки.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 2 выставляется, если в работе допущено более двух грубых ошибок, существенно влияющих на результат решения.

**КМ-6. Расчетное задание, 7 семестр: «Оптимальный параметрический синтез одноконтурной АСР с типовыми алгоритмами регулирования»**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Расчетно-графическая работа выполняется студентом самостоятельно с применением вычислительной техники и математических программных пакетов

**Краткое содержание задания:**

Выполнить оптимальный параметрический синтез АСР с типовыми линейными алгоритмами регулирования

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>Уметь: выполнять синтез АСР с типовыми линейными алгоритмами управления</p> | <p>1. Объект управления (ОУ) задан передаточной функцией второго порядка с запаздыванием. При расчете необходимо рассмотреть АСР с объектом с запаздыванием и без запаздывания и сравнить полученные результаты.</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Рассчитать и построить график переходной характеристики ОУ.</li><li>2. Определить оптимальные настройки ПИ-регулятора по вспомогательной функции при <math>M=1,55</math>.</li><li>3. Определить оптимальные настройки ПИ-регулятора при ограничении на корневой показатель колебательности при . Сравнить параметры настройки, полученные при выполнении пунктов 2 и 3.</li><li>4. Рассчитать для АСР с ПИД-алгоритмом границу устойчивости и линии заданного запаса устойчивости для <math>m=0.366</math> при <math>\alpha &lt; \alpha_{кр}</math>, <math>\alpha = \alpha_{кр}</math>, <math>\alpha &gt; \alpha_{кр}</math>.</li><li>5. Определить настройки ПИД-регулятора при условии <math>(k_{i \max})_{\max}</math> и робастные настройки при ограничении <math>m=0.366</math>.</li><li>6. Построить графики переходных процессов при найденных настройках и определить значений показателей качества АСР.</li><li>7. Сравнить эффективность рассмотренных алгоритмов регулирования. Сделать вывод о влиянии запаздывания на работу АСР, вид и качество процессов регулирования.</li><li>8. Представить АСР с объектом без запаздывания в пространстве состояний в реальных координатах. Обязательно показать на рисунке структуру системы и соответствующие реальные координаты.</li></ol> <p>Параметры объекта выдаются каждому студенту индивидуально.<br/>Например: <math>K=2,2</math>; <math>T_1=10</math> с, <math>T_2=5</math> с, <math>\tau=2</math> с.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

**Описание шкалы оценивания:**

Оценка: 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 95*

*Описание характеристики выполнения знания:* Расчетное задание выполнено полностью и правильно, возможны небольшие погрешности в оформлении, недочеты и одна негрубая ошибка, не влияющая на полученный результат

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Расчетное задание выполнено полностью, но имеются погрешности в оформлении, недочеты и две-три негрубые ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Расчетное задание в целом выполнено, но не полностью, пропущены небольшие разделы (например, найдены не все нужные показатели качества регулирования); или расчетное задание в целом выполнено, но допущено четыре-пять негрубых ошибок или одна грубая ошибка, возможны также недочеты и погрешности в оформлении

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Выполнено менее 60 процентов расчетного задания, или выполнено больше, но имеется две или более грубые ошибки, или шесть или больше негрубых ошибок.

### **КМ-7. Защита лабораторных работ 1-3, 7 семестр**

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС: 10**

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторных работ проводится в форме устной беседы преподавателя со студентом по материалу выполненных лабораторных работ

**Краткое содержание задания:**

Ответить на вопросы по материалу лабораторных работ 1-3

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы математического описания линейных систем управления                                                                                | 1. Что называется переходной характеристикой?                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Знать: типовые линейные алгоритмы управления                                                                                                     | 1. Какими звеньями можно представить ПИ-регулятор? Как эти звенья нужно соединить? Каковы передаточные функции этих звеньев?                                                                                                                                                                         |
| Уметь: применять методы идентификации объектов управления                                                                                        | 1. Имеется объект, переходная характеристика которого имеет экстремум. Какими звеньями его можно представить? Как их нужно соединить?                                                                                                                                                                |
| Уметь: рассчитывать статические и динамические характеристики линейных объектов и систем управления, а также получать их экспериментальным путем | 1. Постройте переходную, импульсную переходную и частотные характеристики ПИД-регулятора.<br>2. Как получить выражение для КЧХ, зная выражение для передаточной функции? Как получить выражения для АЧХ и ФЧХ, зная выражение для КЧХ? Как получить выражение для КЧХ, зная выражения для АЧХ и ФЧХ? |
| Уметь: строить математические модели линейных объектов и                                                                                         | 1. Постройте годограф КЧХ системы трех А-звеньев и 3-звена, соединенных последовательно. Запишите                                                                                                                                                                                                    |

|                   |                                            |
|-------------------|--------------------------------------------|
| систем управления | передаточную функцию этой системы звеньев. |
|-------------------|--------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент отвечает на вопросы правильно, ориентируется в материале, иногда допускает недочеты или неточности, не оказывающие значительного влияния на конечный результат

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент отвечает на вопросы в целом правильно, но допускает недочеты, неточности и одну-две негрубые ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент допускает в ответе одну грубую ошибку или три-четыре негрубые ошибки, в материале ориентируется не вполне хорошо.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент плохо ориентируется в материале, допускает в ответе две или более грубых ошибки.

#### КМ-8. Защита лабораторных работ 4-5, 7 семестр

**Формы реализации:** Устная форма

**Тип контрольного мероприятия:** Коллоквиум

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 10

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Защита лабораторных работ проводится в форме устной беседы преподавателя со студентом по материалу выполненных лабораторных работ

#### Краткое содержание задания:

Ответить на вопросы по материалу лабораторных работ 4-5

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                              |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы анализа линейных систем управления                                                                                                         | 1.Как можно определить устойчивость системы управления?<br>2.Как найти остаточное отклонение регулируемой величины от заданного значения?                                                                                    |
| Знать: методы синтеза линейных систем управления                                                                                                         | 1.1. Что называется Д-разбиением?                                                                                                                                                                                            |
| Уметь: выполнять анализ линейных систем автоматического управления, оценивать качество их работы, рассчитывать прямые и интегральные показатели качества | 1.В устойчивой одноконтурной АСР с П-регулятором увеличили $K_p$ в два раза. Как изменится работа АСР?                                                                                                                       |
| Уметь: выполнять синтез АСР с типовыми линейными алгоритмами управления                                                                                  | 1.Дана одноконтурная АСР с ПИ и ПИД-регулятором. Постройте на одной координатной плоскости переходные процессы в данных АСР при ступенчатом возмущении, поданном на вход объекта, и при изменении задания. Дайте необходимые |

|  |           |
|--|-----------|
|  | пояснения |
|--|-----------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент отвечает на вопросы правильно, ориентируется в материале, иногда допускает недочеты или неточности, не оказывающие значительного влияния на конечный результат

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент отвечает на вопросы в целом правильно, но допускает недочеты, неточности и одну-две негрубые ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент допускает в ответе одну грубую ошибку или три-четыре негрубые ошибки, в материале ориентируется не вполне хорошо.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент плохо ориентируется в материале, допускает в ответе две или более грубых ошибки.

#### 8 семестр

#### КМ-9. Тест 1, 8 семестр. Системы управления сложной структуры

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие проводится в форме письменного тестирования

#### Краткое содержание задания:

Выберите один или несколько правильных ответов или установите соответствие между колонками.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы синтеза систем управления сложной структуры и систем управления с дискретными и цифровыми элементами | 1. Выберите один или несколько правильных ответов<br>В комбинированной системе:<br>А) всегда есть дифференциатор;<br>В) устройство компенсации находится не в контуре;<br>Г) сочетаются принципы регулирования по отклонению и возмущению;<br>Д) объект выступает в качестве регулятора. |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Дан правильный ответ на 90 или более процентов заданий

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Дан правильный ответ на 75-89 процентов заданий

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Дан правильный ответ на 60-74 процента заданий

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Дан правильный ответ на 59 или менее процентов заданий

### **КМ-10. Контрольная работа 1, 8 семестр. Системы управления сложной структуры**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа 1 проводится в форме письменной контрольной работы

#### **Краткое содержание задания:**

Выполните указанные задания

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять синтез АСР сложной структуры (с исчезающим в статике сигналом из промежуточной точки, каскадных, комбинированных, многосвязных) | 1. Дана комбинированная АСР с подачей сигнала с компенсатора на вход регулятора. Записать передаточные функции замкнутой системы по каналам $\lambda$ -у и $x$ -у (передаточные функции задаются по вариантам). Записать условие абсолютной инвариантности, найти передаточную функцию идеального компенсатора. Реализуем ли физически идеальный компенсатор? Какова возможная структура реального компенсатора? |
| Уметь: применять способы повышения качества работы систем управления                                                                             | 1. Дана АСР с регулятором и дифференциатором. Записать передаточные функции данной замкнутой АСР по каналам $x$ -у и $\mu$ -у. Показать качественный вид переходных процессов по основному и вспомогательному каналам при наличии частотной развязке контуров и выполнении ограничений на запас устойчивости.                                                                                                    |

#### **Описание шкалы оценивания:**

*Оценка:* 5

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 5 выставляется, если все задачи решены совершенно правильно, или при решении задач допущены небольшие недочеты и неточности.

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 4 выставляется, если все задачи в целом решены правильно, но при решении задач допущены недочеты и неточности, в одной или двух задачах имеется негрубая ошибка

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 3 выставляется, если в трех или более задачах допущены негрубые ошибки; или в одной из задач допущена грубая ошибка, в других задачах допущены одна или две негрубые ошибки.

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Оценка 2 выставляется, если в работе допущено более двух грубых ошибок, существенно влияющих на результат решения.

### КМ-11. Тест 2, 8 семестр. Системы управления с цифровыми контроллерами

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 15

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие проводится в форме письменного тестирования

#### Краткое содержание задания:

Выберите один или несколько правильных ответов или установите соответствие между колонками.

#### Контрольные вопросы/задания:

|                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы анализа нелинейных систем управления и систем управления с дискретными и цифровыми элементами                  | 1. Выберите один или несколько правильных ответов:<br>Периодичность частотных характеристик дискретных систем можно объяснить<br>А) Тем, что выполняется теорема Котельникова-Шеннона;<br>Б) Тем, что в состав такой системы всегда входит генератор синусоидальных колебаний;<br>В) Тем, что было выполнено z-преобразование.<br>Г) Тем, что в состав дискретных систем входят звенья запаздывания, КЧХ которых является периодической. |
| Знать: методы математического описания нелинейных систем управления и систем управления с дискретными и цифровыми элементами | 1. Выберите один или несколько правильных ответов<br>Аналого-цифровой преобразователь:<br>А) Преобразует цифровой сигнал в аналоговый;<br>Б) Преобразует аналоговый сигнал в цифровой;<br>Г) Может быть представлен в виде квантователя (ключа);<br>Д) Является неотъемлемой частью любой АСР.                                                                                                                                           |
| Знать: методы синтеза систем управления сложной структуры и систем управления с дискретными и цифровыми элементами           | 1. Выберите один или несколько правильных ответов.<br>Квантование по времени<br>А) Улучшает устойчивость системы;<br>Б) Ухудшает устойчивость системы;<br>В) Не влияет на устойчивость системы;<br>Г) Устраняет противоречие между точностью и устойчивостью, улучшая одновременно обе характеристики.                                                                                                                                   |

#### Описание шкалы оценивания:

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 90

*Описание характеристики выполнения знания:* Дан правильный ответ на 90 или более процентов заданий

*Оценка:* 4

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 75

*Описание характеристики выполнения знания:* Дан правильный ответ на 75-89 процентов заданий

*Оценка:* 3

*Нижний порог выполнения задания в процентах:* 60

*Описание характеристики выполнения знания:* Дан правильный ответ на 60-74 процента заданий

*Оценка:* 2

*Описание характеристики выполнения знания:* Дан правильный ответ на 59 или менее процентов заданий

**КМ-12. Тест 3, 8 семестр. Некоторые нелинейные вопросы теории автоматического управления**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Тестирование

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 20

**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольное мероприятие проводится в форме письменного тестирования

**Краткое содержание задания:**

Выберите один или несколько правильных ответов или установите соответствие между колонками.

**Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Знать: методы анализа нелинейных систем управления и систем управления с дискретными и цифровыми элементами                  | 1. Выберите один или несколько правильных ответов<br>Нелинейная динамическая система:<br>А) Имеет нелинейные динамические характеристики;<br>В) Имеет нелинейную статическую характеристику;<br>Г) Имеет нелинейную АЧХ;<br>Д) описывается дифференциальными уравнениями только первого порядка. |
| Знать: методы математического описания нелинейных систем управления и систем управления с дискретными и цифровыми элементами | 1. Выберите один или несколько правильных ответов:<br>Нелинейным элементом с однозначной характеристикой является<br>А) Зона нечувствительности;<br>Б) Двухпозиционное реле с зоной возврата;<br>В) Ограничение.<br>Г) Люфт.                                                                     |
| Знать: основные нелинейные элементы систем управления, их характеристики и способы их моделирования                          | 1. Выберите правильный ответ.<br>К нелинейным алгоритмам регулирования можно отнести<br>А) ПИД-регулятор, в состав которого входит РД-звено;<br>В) ПИ-регулятор с переменными параметрами;<br>Г) двухпозиционный регулятор;<br>Д) регулятор Уатта.                                               |
| Знать: Основные тенденции и                                                                                                  | 1. Выберите один или несколько правильных ответов.                                                                                                                                                                                                                                               |

|                                                    |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| направления развития современной теории управления | В соответствии с принципом накопления возмущений наиболее тяжелым возмущением для нелинейной системы является:<br>А) Ступенчатое возмущение;<br>Б) Принцип накопления возмущений неприменим для нелинейных систем, поэтому в данном случае нельзя сказать ничего определенного;<br>В) Возмущение в виде дельта-импульса;<br>Г) Для некоторых систем наиболее тяжелым является ступенчатое возмущение, для некоторых – какое-то иное. |
| Знать: типовые нелинейные алгоритмы управления     | 1.К нелинейным алгоритмам регулирования относится:<br>А) ПИ-алгоритм;<br>Б) алгоритм максимального быстродействия;<br>В) П-алгоритм;<br>Г) двухпозиционный алгоритм                                                                                                                                                                                                                                                                  |

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 90 или более процентов заданий*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 75-89 процентов заданий*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 60-74 процента заданий*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Дан правильный ответ на 59 или менее процентов заданий*

#### **КМ-13. Контрольная работа 2, 8 семестр. Системы управления с цифровыми контроллерами. Некоторые нелинейные вопросы теории автоматического управления**

**Формы реализации:** Письменная работа

**Тип контрольного мероприятия:** Контрольная работа

**Вес контрольного мероприятия в БРС:** 25

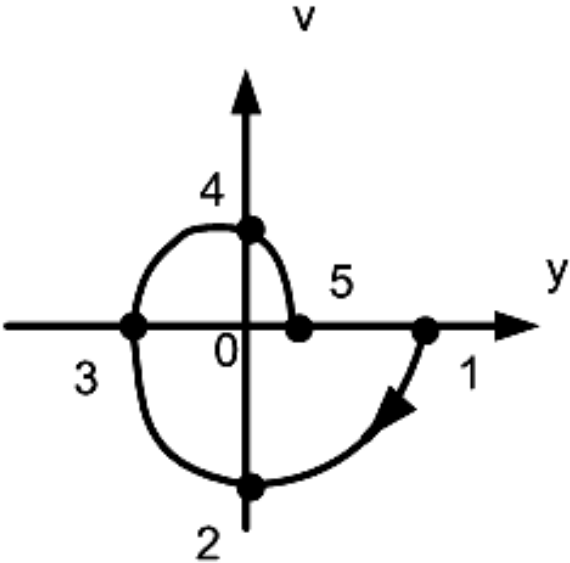
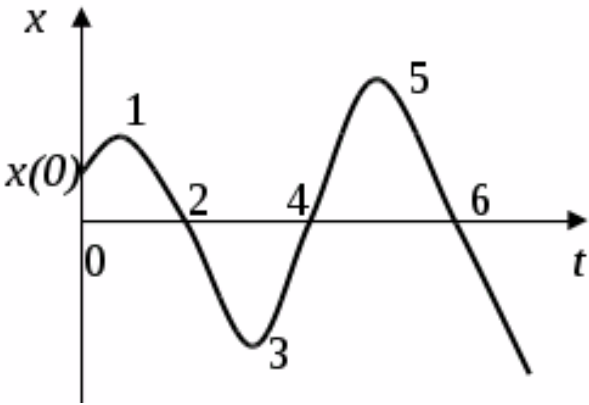
**Процедура проведения контрольного мероприятия:** Контрольная работа 1 проводится в форме письменной контрольной работы

#### **Краткое содержание задания:**

Выполните указанные задания

#### **Контрольные вопросы/задания:**

|                                                                             |                                                                                                                                    |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Уметь: выполнять анализ нелинейных систем и систем управления с цифровыми и | 1.Как формулируется необходимое и достаточное условие устойчивости для системы с z-характеристическим уравнением? Проиллюстрируйте |
|-----------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>дискретными элементами</p>                                                                                                                     | <p>свой ответ графически.</p> <p>2. Дана фазовая траектория, начертите качественно соответствующий переходный процесс.</p>  <p>Figure 4 Фазовая траектория</p>                                                                                                                                                                                                                                       |
| <p>Уметь: выполнять синтез систем регулирования с цифровыми и дискретными</p>                                                                     | <p>1. Пусть дана АСР с цифровым ПИ-регулятором, для данной АСР выполняется теорема Котельникова. Параметры настройки регулятора <math>K_p=2</math>, <math>T_i=15</math>с, интервал квантования составляет 1 с. Найдите передаточную функцию соответствующего аналогового регулятора.</p>                                                                                                                                                                                               |
| <p>Уметь: рассчитывать характеристики нелинейных объектов и систем управления, а также систем управления с цифровыми и дискретными элементами</p> | <p>1. Найти z-изображение дельта-импульсной последовательности, модулированной функцией <math>x(t) = (t - 10)e^{-t}</math>. 1. Считать, что период квантования равен 4 с. Начертите график модулирующей функции.</p> <p>2. Дан переходный процесс в некоторой динамической системе. По виду переходного процесса начертите качественно фазовую траекторию.</p>  <p>Figure 5 Переходный процесс</p> |
| <p>Уметь: строить математические модели нелинейных объектов и систем управления, а также</p>                                                      | <p>1. Начертите структурную схему дискретного объекта с непрерывной частью. Подпишите составляющие объекта. Пусть передаточная функция аналогового</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |

|                                                        |                                                                                                                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| систем управления с цифровыми и дискретными элементами | объекта имеет вид $W(s) = 2/(10s + 1)$ . 1. в качестве демодулятора используется фиксатор нулевого порядка, интервал квантования равен 2 с. Найдите передаточную функцию дискретного объекта с непрерывной частью. |
|--------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

#### Описание шкалы оценивания:

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 5 выставляется, если все задачи решены совершенно правильно, или при решении задач допущены небольшие недочеты и неточности.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 4 выставляется, если все задачи в целом решены правильно, но при решении задач допущены недочеты и неточности, в одной или двух задачах имеется негрубая ошибка

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 3 выставляется, если в трех или более задачах допущены негрубые ошибки; или в одной из задач допущена грубая ошибка, в других задачах допущены одна или две негрубые ошибки.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Оценка 2 выставляется, если в работе допущено более двух грубых ошибок, существенно влияющих на результат решения.

#### Для курсового проекта/работы

#### 8 семестр

##### ***I. Описание КП/КР***

Курсовая работа по курсу «Теория автоматического управления» выполняется в восьмом семестре (во втором семестре четвертого курса) и посвящена ограниченному синтезу АСР сложной структуры – двухконтурной, многомерной или комбинированной, системы с цифровым контроллером или системы с нелинейными элементами. При выполнении курсовой работы необходимо рассчитать параметры настройки заданной системы, сравнить эффективность различных алгоритмов регулирования, рассчитать параметры настройки для одноконтурной АСР для того же объекта и сравнить эффективность одноконтурной АСР и АСР сложной структуры (или АСР с цифровым контроллером, или АСР с нелинейными элементами). Курсовую работу можно выполнять в любом математическом пакете, также можно составить программу на любом удобном языке программирования. Рекомендуется выполнять курсовую работу в программе Mathcad, версия 13 или более новая, Matlab или Scilab или SimInTech. Ниже приведен один из вариантов задания на курсовую работу.

##### ***II. Примеры задания и темы работы***

##### **Пример задания**

**Тема: «Расчет АСР температуры перегретого пара»**

Сделать обзор применяемых в настоящее время способов регулирования температуры пара на электростанциях.

Рассчитать параметры настройки АСР температуры перегретого пара (с регулятором и дифференциатором). В качестве исходных данных принять следующие:

- алгоритм регулятора – ПИ;

- дифференциатор представляет собой реальное дифференцирующее звено первого порядка;

- основная регулируемая величина – температура перегретого пара на выходе из котла; вспомогательная величина – температура перегретого пара за коллектором впрыска;

регулирующее воздействие – изменение положения регулирующего клапана на подаче охлаждающей воды на впрыск.

- передаточная функция объекта по основному каналу:  $W_{my}(s) = 0, \frac{5e}{(120s+1)(120s+1)}$

- передаточная функция объекта по вспомогательному каналу:  $W_{mz}(s) = 0, \frac{61e}{(18s+1)(18s+1)}$

1. Рассчитать заданную двухконтурную систему и соответствующую одноконтурную АСР с ПИ-регулятором.

Оценить качество работы рассчитанных АСР, сравнить качество работы рассчитанных АСР, при необходимости сформулировать предложения по улучшению качества работы АСР.

### **Структура курсовой работы по «Теории автоматического управления»**

1. Введение (обоснование актуальности темы работы).
2. Задание на курсовую работу и исходные данные.
3. Описание рассматриваемой АСР (структура, используемые алгоритмы регулирования, регулируемая величина и регулирующее воздействие, область применения данной АСР).
4. Обзор способов регулирования рассматриваемого параметра.
5. Характеристики объекта (временные и частотные).
6. Расчет собственно рассматриваемых АСР.
7. Оценка качества работы рассматриваемых АСР.
8. Заключение.
9. Список использованной литературы.
10. Приложения (если требуются).

### **Тематика КП/КР:**

Разработка каскадной АСР температуры перегретого пара

Разработка АСР экономичности процесса горения топлива в барабанном котле

Разработка АСР температуры перегретого пара барабанного котла

Анализ влияния нелинейных элементов на работу АСР температуры

Разработка комбинированной АСР экономичности процесса горения с учетом возмущения по расходу топлива

Разработка и анализ АСР разрежения в топке

Разработка АСР температуры воды на выходе из водогрейного котла на базе цифрового контроллера

Расчет двухсвязной АСР

### **КМ-1. Контроль своевременного получения задания**

#### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения задания: Задание получено своевременно.*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание получено с опозданием не более чем на 1 неделю.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание получено с опозданием более чем на 1 неделю.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Задание не получено*

## **КМ-2. Контроль выполнения первой части работы**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Первая часть работы выполнена своевременно, правильно и целиком, возможно, с небольшими недочетами*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Первая часть работы выполнена своевременно или с небольшим опозданием, в работе имеются негрубые ошибки или множество недочетов*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Первая часть работы выполнена с существенным опозданием, в работе имеется множество негрубых ошибок или до двух грубых ошибок*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания: Первая часть работы выполнена с большим опозданием, в работе больше двух грубых ошибок*

## **КМ-3. Контроль выполнения второй части работы**

### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания: Вторая часть работы выполнена своевременно и правильно, в работе могут быть некоторые недочеты*

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания: Вторая часть работы выполнена своевременно или с небольшим опозданием, в работе имеется множество недочетов или негрубые ошибки.*

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания: Вторая часть работы выполнена с существенным опозданием, в работе множество негрубых ошибок или до двух грубых.*

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Вторая часть работы выполнена с большим опозданием, в работе более двух грубых ошибок

#### **КМ-4. Контроль выполнения и оформления работы**

##### **Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена полностью, правильно и вовремя.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена полностью, возможно, с небольшим опозданием, в работе могут быть недочеты и несколько негрубых ошибок

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена не полностью, или с существенным опозданием, в работе множество недочетов или до двух грубых ошибок

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Работа выполнена не полностью, с большим опозданием, в работе более двух грубых ошибок

# СОДЕРЖАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7 семестр

Форма промежуточной аттестации: Экзамен

Пример билета

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           |                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           | 15.12.2020                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           | Кафедра АСУ ТП                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                           | Институт ИТАЭ                                 |
| <div>1. История развития теории автоматического управления.</div> <div>2. Типовые линейные алгоритмы регулирования и их характеристики.</div> <div>3. Два апериодических звена с коэффициентами передачи 1 и 2 и постоянными времени 8 и 20 соответственно соединены последовательно. Построить частотные и логарифмические частотные характеристики этой системы звеньев.</div> |                           |                                               |
| Подпись:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                           | Мерзликина Е. И.                              |

## Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам в устной форме с предварительной подготовкой. На подготовку к экзамену отводится один астрономический час, далее идет беседа студента с экзаменатором (не более 30 минут).

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Выполняет сбор и анализ данных для построения моделей объектов профессиональной деятельности, применяет методы расчета автоматизированных систем управления

## Вопросы, задания

1.

|     |                           |                              |
|-----|---------------------------|------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 2 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой |
|-----|---------------------------|------------------------------|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                               |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 15.12.2020                                    |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Кафедра АСУ ТП                                |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Институт ИТАЭ                                 |
|  | <p>1. Классификация объектов и систем управления. Регулирование и управление.</p> <p>2. Устойчивость линейных динамических систем. Устойчивая, неустойчивая и нейтральная системы. Причины неустойчивости динамических систем. Необходимое и достаточное условие устойчивости линейной динамической системы.</p> <p>3. Дана динамическая система, состоящая из последовательно соединенных реального дифференцирующего звена с передаточной функцией <math>W(s) = 15s/(5s + 1)</math> и звена запаздывания с <math>\tau = 1c</math>. Найти передаточную функцию данной системы, построить ее переходную характеристику, амплитудную частотную характеристику, фазовую частотную характеристику, годограф комплексной частотной характеристики.</p> <p>Подпись: _____ Мерзликина Е. И.</p> |                                               |

2.

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                               |
|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15.12.2020                                    |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Кафедра АСУ ТП                                |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|     | Институт ИТАЭ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |
|     | <p>1. Структура систем регулирования и управления.</p> <p>2. Критерии устойчивости. Критерии Рауса-Гурвица и Михайлова.</p> <p>3. Два апериодических звена с коэффициентами передачи 1 и 2 и постоянными времени 8 и 15 соответственно соединены последовательно. Построить переходную характеристику данной системы. Представить эту систему звеньев в пространстве состояний в реальных координатах.</p> <p>Подпись: _____ Мерзликина Е. И.</p> |                                               |

3.

|     |                           |  |
|-----|---------------------------|--|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 4 |  |
|-----|---------------------------|--|

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |  |  |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
|  | Кафедра АСУ ТП                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |  |
|  | Дисциплина: Теория автоматического управления                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |
|  | Институт ИТАЭ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |
|  | 1. Принципы регулирования по отклонению и возмущению<br>2. Критерии устойчивости. Критерий Найквиста.<br>3. Дано дифференциальное уравнение линейной динамической системы $y + 2\dot{y} + 8y = 2x$ . Получить выражение для передаточной функции данной системы, начальные условия считать нулевыми. Получить выражение для КЧХ данной системы в показательной форме и в виде суммы действительной и мнимой частей. Получить выражения для АЧХ и ФЧХ данной системы. |  |  |
|  | Подпись: Мерзликина Е. И.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |  |  |

4.

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                               |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 15.12.2020                                    |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Кафедра АСУ ТП                                |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Институт ИТАЭ                                 |
|     | 1. Регуляторы прямого и непрямого действия. Регулятор Ползунова. Регулятор Уатта.<br>2. Объекты с самовыравниванием и без самовыравнивания. Типовые структуры моделей объектов управления.<br>3. Дано характеристическое уравнение линейной динамической системы $2s + 8s + 6s + 1 = 0$ . Проверить данную систему на устойчивость по критерию Михайлова. |                                               |
|     | Подпись: Мерзликина Е. И.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                               |

5.

|     |                           |                              |
|-----|---------------------------|------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 6 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой |
|     |                           | 15.12.2020                   |
|     |                           | Кафедра АСУ ТП               |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                               |
|--|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | Институт ИТАЭ                                 |
|  | <p>1. Дифференциальные уравнения динамических объектов с сосредоточенными емкостями. Линейные и нелинейные системы. Линеаризация по методу малых отклонений.</p> <p>2. Понятие запаса устойчивости. Оценка запаса устойчивости системы регулирования по расположению корней характеристического уравнения. Корневой показатель колебательности.</p> <p>3. Дана замкнутая АСР с П-регулятором и объектом с передаточной функцией <math>(s) = 0,2/(5s + 1)</math>. С помощью критерия Гурвица найти коэффициент передачи П-регулятора, при котором система будет находиться на границе устойчивости.</p> <p>Подпись: Мерзликина Е. И.</p> |                                               |

6.

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                               |
|-----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 15.12.2020                                    |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Кафедра АСУ ТП                                |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Институт ИТАЭ                                 |
|     | <p>1. Способы решения линейных дифференциальных уравнений. Применение преобразования Лапласа для решения линейных дифференциальных уравнений. Свойства преобразования Лапласа</p> <p>1. Особенности оценки запаса устойчивости систем регулирования с запаздыванием.</p> <p>3. Дана линейная динамическая система, состоящая из трех апериодических и двух реальных дифференцирующих звеньев, соединенных последовательно. Качественно построить графики амплитудной частотной и фазовой частотной характеристик и годограф комплексной частотной характеристики.</p> <p>Подпись: Мерзликина Е. И.</p> |                                               |

7.

|     |                           |                              |
|-----|---------------------------|------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 8 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой |
|     |                           | 15.12.2020                   |
|     |                           | Кафедра АСУ ТП               |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                               |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                               |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | Институт ИТАЭ                                 |
|  | <p>1. Передаточная функция. Получение передаточной функции системы по её дифференциальному уравнению. Анализ систем регулирования методом дифференциальных уравнений.</p> <p>2. Идеальный и реальный ПИД-регуляторы и их характеристики.</p> <p>3. Дана одноконтурная АСР с И-регулятором и объектом с передаточной функцией <math>W(s) = 0,2/\{(4s + 1)\}</math>. Найти с помощью критерия Найквиста коэффициент передачи И-регулятора, при котором данная система окажется на границе устойчивости.</p> <p>Подпись: Мерзликина Е. И.</p> |                                               |

8.

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                               |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 15.12.2020                                    |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Кафедра АСУ ТП                                |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | Институт ИТАЭ                                 |
|     | <p>1. Временные динамические характеристики линейных систем. Функция Хевисайда и функция Дирака.</p> <p>2. Оценка запаса устойчивости по частотным характеристикам. Частотный показатель колебательности.</p> <p>3. Дано инерционное звено второго порядка, коэффициент передачи которого равен 2, постоянная времени <math>T_1 = 4</math> с, постоянная времени <math>T_2 = 8</math> с. Построить переходную характеристику, импульсную характеристику и частотные характеристики данного звена.</p> <p>Подпись: Мерзликина Е. И.</p> |                                               |

9.

|     |                            |                              |
|-----|----------------------------|------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 10 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой |
|     |                            | 15.12.2020                   |
|     |                            | Кафедра АСУ ТП               |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                               |
|--|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | Институт ИТАЭ                                 |
|  | 1. Принцип наложения. Интеграл свертки.<br>2. Случайные события, величины, процессы. Общие сведения о случайных процессах. Понятия реализации и сечения случайного процесса.<br>3. Дана линейная динамическая система, состоящая из четырех апериодических звеньев и звена запаздывания, соединенных последовательно. Записать передаточную функцию данной системы, построить качественно переходную характеристику данной системы, АЧХ и ФЧХ, а также годограф КЧХ данной системы. |                                               |
|  | Подпись: Мерзликина Е. И.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                               |

10.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            |                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            | 15.12.2020                                    |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            | Кафедра АСУ ТП                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Институт ИТАЭ              |                                               |
| <div> <div> 1. Спектральное представление сигналов. Ряды и преобразование Фурье.<br/> 2. ПИД-регулятор. Структура ПИД-регулятора. Характеристики ПИД-регулятора.<br/> 3. Дана одноконтурная АСР с И-регулятором и объектом с передаточной функцией <math>W(s) = 0,5/\{(4s + 1)\}</math>.<br/> . Найти с помощью критерия Найквиста коэффициент передачи П-регулятора, при котором данная система окажется на границе устойчивости. </div> <div> Подпись: <div>Мерзликина Е. И.</div> </div> </div> |                            |                                               |

### Материалы для проверки остаточных знаний

1. Выберите один или несколько правильных ответов. Дан объект в виде апериодического звена. Данный объект:

1.

Ответы:

1. 1) обладает самовывравниванием;

2. 2) не обладает самовыравниванием;
3. 3) имеет запаздывание;
4. 4) не имеет запаздывания;
5. 5) является интегрирующим.

Верный ответ: 1) обладает самовыравниванием; 4) не имеет запаздывания.

2. Возмущение - это

Ответы:

1. 1) реакция системы регулирования на внешнее воздействие;
2. 2) внешнее воздействие на систему, приводящее к нежелательному отклонению выходной величины от заданного значения;
3. 3) воздействие объекта на регулятор;
4. 4) сигнал, поступающий через положительную обратную связь.

Верный ответ: 2) внешнее воздействие на систему, приводящее к нежелательному отклонению выходной величины от заданного значения.

3. Дано апериодическое звено с коэффициентом передачи, равным 2, и постоянной времени, равной 10 с. За какое время переходная характеристика звена практически придет к установившемуся значению:

Ответы:

1. 1) 10 с
2. 2) 35 с
3. 3) 2 с
4. 4) 100 с

Верный ответ: 2) 35 с

4. Дано инерционное звено второго порядка. При каких корнях характеристического уравнения переходная характеристика звена будет колебательной?

Ответы:

1. 1)  $-2; -3$ ;
2. 2)  $2; -3$
3. 3)  $-2+3j; -2-3j$ ;
4. 4)  $-2; -2$ .

Верный ответ: 3)  $-2+3j; -2-3j$ ;

5. Если звенья соединены последовательно, то, чтобы найти АЧХ системы звеньев, нужно:

Ответы:

1. 1) просуммировать АЧХ звеньев;
2. 2) вычесть из АЧХ первого звена АЧХ двух других;
3. 3) разделить АЧХ первого звена на АЧХ двух других;
4. 4) перемножить АЧХ звеньев.

Верный ответ: 4) перемножить АЧХ звеньев.

6. Линейная динамическая система имеет следующие корни характеристического уравнения:  $-2, -3, -5+2j, -5-2j, 1$ . Что можно сказать об устойчивости данной системы?

Ответы:

1. 1) система устойчива;

2. 2) система неустойчива;
3. 3) система нейтральна.

Верный ответ: 2) система неустойчива;

7. Дана устойчивая АСР с П-регулятором. Что нужно сделать, чтобы уменьшить статическую ошибку регулирования?

Ответы:

1. 1) Увеличить коэффициент передачи П-регулятора, при этом отслеживая, чтобы система не потеряла устойчивость;
2. 2) Уменьшить коэффициент передачи П-регулятора, при этом отслеживая, чтобы система не потеряла устойчивость;
3. 3) Приравнять коэффициент передачи П-регулятора к нулю, после чего проверить, не потеряла ли система устойчивость;
4. 4) Разомкнуть обратную связь.

Верный ответ: 1) Увеличить коэффициент передачи П-регулятора, при этом отслеживая, чтобы система не потеряла устойчивость;

8. Если АСР находится на границе устойчивости, её степень затухания составляет:

Ответы:

1. 1) 1;
2. 2) 2;
3. 3) 0,75;
4. 4) 0,9;
5. 5) 0.

Верный ответ: 5) 0.

9. Дано апериодическое звено с коэффициентом передачи, равным 0,5, и постоянной времени, равной 15. На вход звена поступает стационарный случайный процесс с математическим ожиданием, равным 0. Чему равно математическое ожидание случайного процесса на выходе из звена?

Ответы:

1. 1) 0;
2. 2) 0,5;
3. 3) 1;
4. 4) 3.

Верный ответ: 1) 0;

10. Дана одноконтурная АСР, исходно устойчивая и обладающая некоторым запасом устойчивости. В объекте увеличилось запаздывание. Как это повлияет на запас устойчивости данной системы?

Ответы:

1. 1) Запас устойчивости системы улучшится;
2. 2) запас устойчивости системы ухудшится вплоть до полной потери устойчивости;
3. 3) запас устойчивости системы не изменится.

Верный ответ: 2) запас устойчивости системы ухудшится вплоть до полной потери устойчивости;

## II. Описание шкалы оценивания

Оценка: 5

Нижний порог выполнения задания в процентах: 95

Описание характеристики выполнения знания: Студент хорошо ориентируется в пройденном материале, на вопросы билета и дополнительные вопросы отвечает правильно, в ответе может допускать небольшие недочеты и неточности, не влияющие существенно на ход решения.

Оценка: 4

Нижний порог выполнения задания в процентах: 75

Описание характеристики выполнения знания: Студент достаточно хорошо ориентируется в пройденном материале, на вопросы билета и дополнительные вопросы отвечает в целом правильно, в ответе могут быть небольшие недочеты и неточности, не влияющие существенно на ход решения или одна-три негрубые ошибки.

Оценка: 3

Нижний порог выполнения задания в процентах: 60

Описание характеристики выполнения знания: Студент в целом ориентируется в пройденном материале, при ответе на вопросы билета допускает четыре-пять негрубых ошибок или одну грубую ошибку, аналогично - при ответах на дополнительные вопросы

Оценка: 2

Описание характеристики выполнения знания: Студент плохо ориентируется в пройденном материале, при ответе на вопросы билета допускает две или более грубых ошибок, не решает задачу или не отвечает на оба теоретических вопроса в билете.

## III. Правила выставления итоговой оценки по курсу

Итоговая оценка = (Средний балл за семестр) \* 0,6 + (Оценка за промежуточную аттестацию) \* 0,4

**8 семестр**

**Форма промежуточной аттестации: Экзамен**

**Пример билета**

|     |                                                                      |                                               |
|-----|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1                                            | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|     |                                                                      | 8.05.2021                                     |
|     |                                                                      | Кафедра АСУ ТП                                |
|     |                                                                      | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|     |                                                                      | Институт ИТАЭ                                 |
| 1.  | Способы повышения качества регулирования. Виды АСР с дополнительными |                                               |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>информационными сигналами, достоинства и недостатки этих АСР.</p> <p>2. Частотные характеристики дискретных систем.</p> <p>3. Изобразить структурную схему каскадной комбинированной АСР. Записать условие абсолютной инвариантности. Определить передаточную функцию идеального компенсатора при подаче сигнала на вход корректирующего регулятора и на выход корректирующего регулятора. Определить передаточную функцию АСР по каналу «управляющее воздействие – управляемая переменная».</p> <p>Подпись: _____ Мерзликина Е. И.</p> |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## Процедура проведения

Экзамен проводится по билетам в устной форме с предварительной подготовкой. На подготовку к экзамену отводится один астрономический час, далее идет беседа студента с экзаменатором (не более 30 минут).

### *1. Перечень компетенций/индикаторов и контрольных вопросов проверки результатов освоения дисциплины*

**1. Компетенция/Индикатор:** ИД-2<sub>ПК-3</sub> Выполняет сбор и анализ данных для построения моделей объектов профессиональной деятельности, применяет методы расчета автоматизированных систем управления

## Вопросы, задания

1.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           |                                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 3 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           | 8.05.2021                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           | Кафедра АСУ ТП                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                           | Институт ИТАЭ                                 |
| <p>1. АСР с дополнительным информационным сигналом по скорости изменения параметра в промежуточной точке объекта (АСР с регулятором и дифференциатором). Структурная схема, передаточные функции и принцип работы данной АСР.</p> <p>2. Исследование устойчивости дискретных систем. Необходимое и достаточное условие устойчивости дискретных систем. Критерий Рауса-Гурвица.</p> <p>3. Изобразить структурную схему одноконтурной комбинированной АСР. Определить изображение по Лапласу управляемой переменной при возмущении по каналам управляющего, регулирующего и возмущающего воздействия. Записать условие абсолютной инвариантности при подаче сигнала с выхода компенсатора на вход и на выход регулятора; найти передаточные функции идеального компенсатора для каждого случая.</p> <p>Подпись: _____ Мерзликина Е. И.</p> |                           |                                               |

2.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           |                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 5 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           | 8.05.2021                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           | Кафедра АСУ ТП                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                           | Институт ИТАЭ                                 |
| 1. Расчет настроек АСР с дополнительным информационным сигналом по скорости изменения параметров в промежуточной точке объекта.<br>2. Исследование устойчивости дискретных систем. Критерии Михайлова и Найквиста для дискретных систем.<br>3. Найти z-изображение дельта-импульсной последовательности, модулированной функцией $x(t) = (t - 2)e$ . Считать, что период квантования равен 1 с. Начертите график модулирующей функции. |                           |                                               |
| Подпись:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                           | Мерзликина Е. И.                              |

3.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           |                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 7 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           | 8.05.2021                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           | Кафедра АСУ ТП                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                           | Институт ИТАЭ                                 |
| 1. Каскадная АСР. Структурная схема и передаточные функции данной АСР.<br>2. Дискретные модели непрерывных объектов (системы с непрерывной частью). Расчет z-передаточной функции дискретного объекта с непрерывной частью.<br>3. Изобразить структурную схему одноконтурной комбинированной АСР. Определить передаточную функцию идеального компенсатора.<br>Годограф КЧХ идеального компенсатора представлен на рисунке. Подобрать реальный компенсатор для данного случая. Каким образом вычисляются параметры реального компенсатора? |                           |                                               |

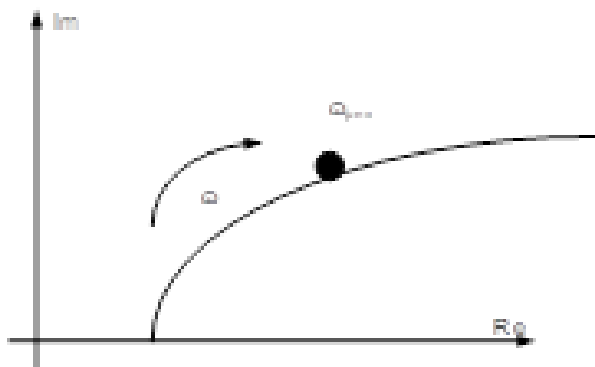


Figure 6 Годограф КЧХ идеального компенсатора

Подпись:

Мерзликина Е. И.

4.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                           |                                               |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 9 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                           | 8.05.2021                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                           | Кафедра АСУ ТП                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                           | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |                           | Институт ИТАЭ                                 |
| 1. Автоколебания в нелинейных системах. Метод гармонического баланса Гольдфарба.<br>2. Цифровая реализация типовых линейных алгоритмов регулирования.<br>3. Начертите структурную схему дискретного объекта с непрерывной частью. Подпишите составляющие объекта. Пусть передаточная функция аналогового объекта имеет вид $W(s) = \frac{2}{10s+1}$ ; в качестве демодулятора используется фиксатор нулевого порядка, интервал квантования равен 2 с. Найдите z-передаточную функцию дискретного объекта с непрерывной частью. |                           |                                               |
| Подпись:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           | Мерзликина Е. И.                              |

5.

|     |                            |                              |
|-----|----------------------------|------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 11 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой |
|     |                            | 8.05.2021                    |
|     |                            | Кафедра АСУ ТП               |

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                               |
|--|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                               |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Институт ИТАЭ                                 |
|  | <p>1. Многомерные системы. Многомерные звенья. Матричная передаточная функция. Типовые соединения многомерных звеньев.</p> <p>2. Оценка запаса устойчивости систем с цифровыми регуляторами. Показатели точности функционирования систем с цифровыми регуляторами.</p> <p>3. Начертите структурную схему дискретного объекта с непрерывной частью. Подпишите составляющие объекта. Пусть передаточная функция аналогового объекта имеет вид <math>W(s) = \frac{2}{10s}</math>; в качестве демодулятора используется фиксатор нулевого порядка, интервал квантования равен 4 с. Найдите z-передаточную функцию дискретного объекта с непрерывной частью.</p> <p>Подпись: _____ Мерзликина Е. И.</p> |                                               |

6.

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                               |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 13                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8.05.2021                                     |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Кафедра АСУ ТП                                |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Институт ИТАЭ                                 |
|     | <p>1. Расчет параметров настройки комбинированной АСР.</p> <p>2. Теорема Котельникова-Шенона и ее применение в ТАУ.</p> <p>3. Состояние равновесия замкнутой нелинейной системы абсолютно устойчиво; система имеет устойчивую линейную часть и однозначную характеристику нелинейного элемента. Начертите качественно годограф отрицательной модифицированной КЧХ линейной части системы, отметьте на координатной плоскости все нужные точки и выполните все необходимые геометрические построения. Дайте необходимые пояснения.</p> <p>Подпись: _____ Мерзликина Е. И.</p> |                                               |

7.

|     |                            |                              |
|-----|----------------------------|------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 15 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой |
|     |                            |                              |

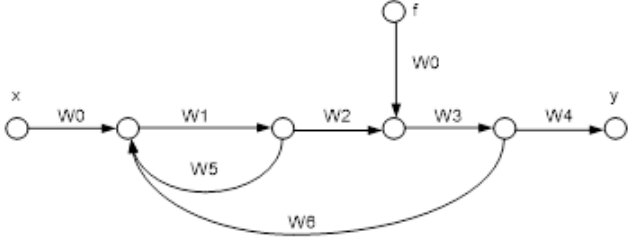
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  |                                               |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|-----------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | 8.05.2021                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Кафедра АСУ ТП                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |  | Институт ИТАЭ                                 |
| <div>1. Многосвязные (на примере двухсвязных АСР). Структурная схема и передаточные функции данной АСР.</div> <div>2. Расчет АСР с цифровыми алгоритмами на заданный запас устойчивости.</div> <div>3. Записать передаточные функции эквивалентных объектов для стабилизирующего и главного (корректирующего) регуляторов в каскадной АСР.</div> <div>Подпись: Мерзликина Е. И.</div> |  |                                               |

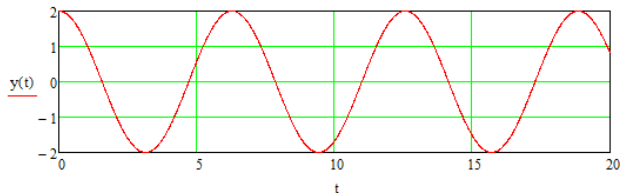
8.

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            |                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 17 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            | 8.05.2021                                     |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            | Кафедра АСУ ТП                                |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                            | Институт ИТАЭ                                 |
| <div>1. Расчет параметров систем несвязанного регулирования для многомерных объектов.</div> <div>2. Нелинейные системы. Типовые нелинейные алгоритмы регулирования.</div> <div>3. Начертите структурную схему дискретного объекта с непрерывной частью. Подпишите составляющие объекта. Пусть передаточная функция аналогового объекта имеет вид <math>W(s) = \frac{3}{10s}</math>; в качестве демодулятора используется фиксатор нулевого порядка, интервал квантования равен 4 с. Найдите передаточную функцию дискретного объекта с непрерывной частью.</div> <div>Подпись: Мерзликина Е. И.</div> |                            |                                               |

9.

|     |                            |                              |  |  |
|-----|----------------------------|------------------------------|--|--|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 19 | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой |  |  |
|     |                            | 8.05.2021                    |  |  |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                               |
|-----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Кафедра АСУ ТП                                |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Институт ИТАЭ                                 |
| 10. | <p>1. Многомерные звенья. Матричная передаточная функция. Типовые соединения многомерных звеньев.</p> <p>2. Особенности нелинейных систем (НЛС). Автоколебания. Задачи исследования НЛС.</p> <p>3. Дана схема динамической системы в виде сигнального графа. Представить схему этой системы в блочном виде. Записать передаточные функции по каналам <math>f</math>-у, <math>x</math>-у.</p> |                                               |
|     |  <p>Figure 7 Схема в виде сигнального графа</p> <p>Подпись: _____ Мерзликина Е. И.</p>                                                                                                                                                                                                                      |                                               |

|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                               |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| МЭИ | ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 21                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | «Утверждаю»<br>Зав. кафедрой                  |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 8.05.2021                                     |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Кафедра АСУ ТП                                |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Дисциплина: Теория автоматического управления |
|     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Институт ИТАЭ                                 |
| 10. | <p>1. Автономные многомерные АСР. Условие автономности.</p> <p>2. Некоторые типовые нелинейности в САУ и их характеристики.</p> <p>3. Дан график зависимости выходной переменной некоторой нелинейной динамической системы от времени. Постройте фазовую траекторию для данного случая. Отметьте на ней начальную точку.</p> |                                               |
|     |  <p>Figure 8 Переходный процесс в нелинейной динамической системе</p>                                                                                                                                                                     |                                               |

**Материалы для проверки остаточных знаний**

1. Запишите  $z$ -передаточную функцию дискретного П-регулятора с коэффициентом передачи, равным 3.

Ответы:

1. 1) 3;
2. 2)  $3z$ ;
3. 3)  $3z/(z+1)$ ;
4. 4)  $3z/(z-1)$ .

Верный ответ: 1) 3;

2. Инвариантность АСР по отношению к некоторому возмущению означает, что

Ответы:

1. 1) На данную АСР не действуют никакие возмущения;
2. 2) На данную АСР действует возмущения, но выходная величина АСР при этом не изменяется;
3. 3) Выходная величина АСР следует за возмущением;
4. 4) Выходная величина АСР не реагирует ни на какие воздействия.

Верный ответ: 2) На данную АСР действует возмущения, но выходная величина АСР при этом не изменяется;

3. Для АСР с цифровым контроллером выполняется теорема Котельникова. Интервал квантования равен 2 с. Какова передаточная функция дельта-импульсного модулятора в составе модели цифрового регулятора в данном случае?

Ответы:

1. 1) Дельта-импульсный модулятор не имеет передаточной функции;
2. 2)  $W(s)=1$ ;
3. 3)  $W(s)=2$ ;
4. 4)  $W(s)=\frac{1}{2}$ .

Верный ответ: 4)  $W(s)=\frac{1}{2}$ .

4. Для того, чтобы в АСР наблюдалась частотная развязка, резонансные частоты внутреннего и внешнего контуров должны различаться как минимум в

Ответы:

1. 1) в 1 раз;
2. 2) в 2 раза;
3. 3) в 3 раза;
4. 4) в 10 раз.

Верный ответ: 2) в 2 раза;

5. Почему комбинированная АСР называется комбинированной (что именно комбинируется)?

Ответы:

1. 1) Комбинируются элементарные звенья;
2. 2) Комбинируются несколько алгоритмов регулирования;

3. 3) Комбинируются принципы регулирования по отклонению и возмущению;
4. 4) Комбинируются объект и регулятор.

Верный ответ: 3) Комбинируются принципы регулирования по отклонению и возмущению;

6. Которые из перечисленных нелинейных элементов имеют однозначную статическую характеристику?

Ответы:

1. 1) Ограничение;
2. 2) Зона возврата;
3. 3) Люфт;
4. 4) Зона нечувствительности;
5. 5) Ограничение с зоной нечувствительности.

Верный ответ: 2) Зона возврата; 3) Люфт;

7. При идентификации объекта по данным пассивного эксперимента

Ответы:

1. 1) На объект наносится ступенчатое воздействие;
2. 2) На объект наносится импульсное воздействие;
3. 3) На объект не наносятся никакие специально организованные воздействия, модель рассчитывается по данным нормальной эксплуатации;
4. 4) На объект наносится синусоидальное воздействие.

Верный ответ: 3) На объект не наносятся никакие специально организованные воздействия, модель рассчитывается по данным нормальной эксплуатации;

8. Для каких целей в состав двухпозиционного регулятора вводят зону гистерезиса?

Ответы:

1. 1) Зона гистерезиса вводится для того, чтобы устранить статическую ошибку регулирования;
2. 2) Зона гистерезиса вводится для того, чтобы избежать явления "дребезга контактов";
3. 3) Зона гистерезиса вводится для того, чтобы устранить нелинейные свойства системы;
4. 4) Зона гистерезиса вводится для устранения второго контура.

Верный ответ: 2) Зона гистерезиса вводится для того, чтобы избежать явления "дребезга контактов".

9. Что входит в состав "скомпенсированного объекта" многомерной системы управления?

Ответы:

1. 1) Объект и компенсатор;
2. 2) Объект и регулятор;
3. 3) Регулятор и компенсатор;
4. 4) Регулятор и задатчик;
5. 5) Объект и задатчик.

Верный ответ: 1) Объект и компенсатор;

10. Что входит в состав непрерывной части дискретного объекта?

Ответы:

1. 1) Объект и компенсатор;
2. 2) Объект и квантователь;

3. 3) Объект и регулятор;
4. 4) Объект и дельта-импульсный демодулятор.

Верный ответ: 4) Объект и дельта-импульсный демодулятор.

## **II. Описание шкалы оценивания**

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент хорошо ориентируется в пройденном материале, на вопросы билета и дополнительные вопросы отвечает правильно, в ответе может допускать небольшие недочеты и неточности, не влияющие существенно на ход решения.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент достаточно хорошо ориентируется в пройденном материале, на вопросы билета и дополнительные вопросы отвечает в целом правильно, в ответе могут быть небольшие недочеты и неточности, не влияющие существенно на ход решения или одна-три негрубые ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент в целом ориентируется в пройденном материале, при ответе на вопросы билета допускает четыре-пять негрубых ошибок или одну грубую ошибку, аналогично - при ответах на дополнительные вопросы

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент плохо ориентируется в пройденном материале, при ответе на вопросы билета допускает две или более грубых ошибок, не решает задачу или не отвечает на оба теоретических вопроса в билете.

## **III. Правила выставления итоговой оценки по курсу**

Итоговая оценка=(Средний балл за семестр)\*0,6+(Оценка за промежуточную аттестацию)\*0,4 В приложение к диплому выносится оценка за восьмой семестр.

**Для курсового проекта/работы:**

**8 семестр**

**Форма проведения: Защита КП/КР**

### ***I. Процедура защиты КП/КР***

Работа должна быть допущена к защите руководителем. На защите студент делает доклад в течение 4-5 минут. К докладу должна быть компьютерная презентация с необходимыми схемами и графиками. Доклад заслушивает комиссия минимум из двух человек, после доклада могут быть заданы дополнительные вопросы по работе.

### ***II. Описание шкалы оценивания***

*Оценка: 5*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 90*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент хорошо сделал доклад и презентацию, они отражают исходные данные, ход решения и полученные результаты. Студент хорошо ориентируется в работе, знает и умеет применять теоретические разделы и методы расчета, относящиеся к работе, на вопросы комиссии отвечает правильно, иногда допуская небольшие недочеты или неточности.

*Оценка: 4*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 75*

*Описание характеристики выполнения знания:* Студент в целом хорошо сделал доклад и презентацию, они отражают (возможно, не совсем полно) исходные данные, ход решения и полученные результаты. Студент в целом хорошо ориентируется в работе и связанном с ней материале, но обнаруживает небольшие пробелы в знаниях, отвечая на вопросы комиссии, допускает недочеты, неточности, одну-три негрубые ошибки.

*Оценка: 3*

*Нижний порог выполнения задания в процентах: 60*

*Описание характеристики выполнения знания:* Сделанные студентом доклад и презентация в целом отражают содержание работы, но могут содержать неточности или заметные погрешности в оформлении. Студент не всегда ориентируется в работе и связанном с ней материале, обнаруживает заметные пробелы в знаниях, отвечая на вопросы комиссии, допускает неточности, недочеты, три-пять негрубых ошибок или одну грубую ошибку.

*Оценка: 2*

*Описание характеристики выполнения знания:* Доклад и презентация не отражают содержания работы, доклад слишком краток (занимает менее трех минут по времени), презентация выполнена с существенными погрешностями в оформлении, плохо отражает суть работы и полученные результаты или вообще отсутствует. Студент плохо ориентируется или вообще не ориентируется в работе и связанном с ней материале, обнаруживает существенные пробелы в знаниях, отвечая на вопросы комиссии, допускает более пяти негрубых ошибок или более двух грубых ошибок.

### ***III. Правила выставления итоговой оценки по курсу***

Итоговая оценка за работу= $0,5 \cdot (\text{Средний балл}) + 0,5 \cdot (\text{Оценка за защиту})$