

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Саровский физико-технический институт -**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего  
образования «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»  
(СарФТИ НИЯУ МИФИ)

**ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**Кафедра «Технологии специального машиностроения»**

**УТВЕРЖДАЮ**

**Декан ФТФ, член корр. РАН, д.ф-м.н.**

\_\_\_\_\_ **А.К. Чернышев**

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ **2021 г.**

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория автоматического управления**

наименование дисциплины

|  |   |
|--|---|
| Направление подготовки (специальность) | 15.03.05 Конструкторско-технологическое<br>обеспечение машиностроительных производств |
| Наименование образовательной программы | Технология машиностроения   |
| Квалификация (степень) выпускника      | бакалавр  |
| Форма обучения                         | очная   |

Программа одобрена на заседании кафедры

Зав. кафедрой ТСМ

д.т.н., профессор

\_\_\_\_\_ протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2021 г.

\_\_\_\_\_ В.Н. Халдеев

« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г.

г. Саров, 2021 г.

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ, д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ, д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ, д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев

Программа переутверждена на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год с изменениями в соответствии с семестровыми учебными планами академических групп ФТФ, ФИТЭ на 202\_\_\_\_/202\_\_\_\_ учебный год.

Заведующий кафедрой ТСМ, д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев

| Семестр      | В форме практической подготовки | Трудоемкость, кред. | Общий объем курса, час. | Лекции, час. | Практич. занятия, час. | Лаборат. работы, час. | СРС, час. | КР/КП | Форма(ы) контроля, экз./зач./ЗСО/ | Интерактивные часы |
|--------------|---------------------------------|---------------------|-------------------------|--------------|------------------------|-----------------------|-----------|-------|-----------------------------------|--------------------|
| <b>5</b>     | 16                              | 3                   | 108                     | 16           | 8                      | 8                     | 49        | -     | Экз                               | 8                  |
| <b>ИТОГО</b> | <b>16</b>                       | <b>3</b>            | <b>108</b>              | <b>16</b>    | <b>8</b>               | <b>8</b>              | <b>49</b> | -     | <b>27</b>                         | <b>8</b>           |

## АННОТАЦИЯ

Данная рабочая программа по дисциплине «Теория автоматического управления» предназначена для выпускника со степенью (квалификацией) «Технология машиностроения». Программа включает разделы теории автоматического управления: математические модели процессов в линейных непрерывных САУ, анализ и синтез непрерывных линейных САУ.

В каждом разделе дисциплины особое внимание уделено вопросам, которые тесно связаны с дисциплинами профессионального цикла. Изложены классические и современные математические модели процессов в непрерывных САУ. В достаточной мере изложены основные методы анализа и синтеза линейных систем управления.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является:

- рассмотрение теоретических основ и закономерностей построения и функционирования линейных систем управления, основных методов анализа непрерывных систем управления;
- применение изученных закономерностей, методов анализа и синтеза для оценки качества работы систем управления;
- ознакомление студентов с основными направлениями развития теории автоматического управления, с элементами теории оптимального управления, со способами и возможностями компьютерного моделирования систем автоматического управления.

### 2. МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО

*Индекс дисциплины: Б1.О.20*

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к части рабочего учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

При изучении курса используются знания, полученные студентами в процессе изучения курсов «Математический анализ», «Дифференциальные уравнения», «Теория функций комплексного переменного», «Операционное исчисление».

Знания и практические навыки, полученные из курса «Основы теории управления», используются студентами при изучении научных дисциплин, а также при разработке курсовых и дипломных работ.

### 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Ожидается, что в результате освоения дисциплины студент приобретет следующие компетенции:

#### Общепрофессиональные компетенции (ОПК)

| Код и наименование компетенции  | Код и наименование индикатора достижения компетенции   |
|---|--|
| <b>ОПК-8</b> Способен участвовать в разработке обобщенных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, выборе оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа | <b>З-ОПК-8</b> Знать: основные положения, методы и задачи проектно-конструкторской работы, обеспечивающей постановку целей проекта, его задач при заданных критериях, целевых функциях, ограничениях, разработку структуры их взаимосвязей; подход к формированию множества решений проектной задачи на структурном и конструкторском уровнях и определению приоритетов решения задач с учетом правовых, нравственных аспектов профессиональной деятельности<br><b>У-ОПК-8</b> Уметь: провести анализ различных вариантов решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, и на основе анализа прогнозируемых последствий выбрать оптимальный вариант решения проблемы<br><b>В-ОПК-8</b> Владеть: практическими навыками решения проблем, связанных с машиностроительными производствами, и выбора оптимальных вариантов прогнозируемых последствий решения на основе их анализа |

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ\*

| №<br>п/п         | Наименование раздела /темы<br>дисциплины   | №<br>недели      | Виды учебной работы |                             |             |         |      | Текущий<br>контроль<br>(форма)* | Максимальный<br>балл<br>(см. п. 5.3) |
|------------------|--|------------------|---------------------|-----------------------------|-------------|---------|------|---------------------------------|--------------------------------------|
|                  |  |                  | Лекции              | Практ. занятия/<br>семинары | Лаб. работы | СРС     |      |                                 |                                      |
|                  |  |                  | 16                  | 8                           | 8           | 49      |      |                                 |                                      |
| <b>Семестр 5</b> |  |                  |                     |                             |             |         |      |                                 |                                      |
| 1.               | <b>Раздел 1. Математические модели<br/>линейных непрерывных САУ.</b>                 |                  |                     |                             |             |         |      |                                 |                                      |
| 1.1              | Тема 1. Основные понятия теории<br>автоматического управления.                       | 1                | 2                   |                             |             | 4       |      | 5                               |                                      |
| 1.2              | Тема 2. Метод переменных “вход –<br>выход” для линейных<br>непрерывных систем.       | 2                | 2                   |                             |             | 3       |      | 5                               |                                      |
| 1.3              | Тема 3. Типовые динамические<br>звенья.  | 3                | 2                   |                             |             | 7       |      | 5                               |                                      |
| 1.4              | Тема 4. Типовые динамические<br>звенья. Математические модели<br>форсирующего звена. | 4, 5             | 2                   | 2                           |             | 7       | Тест | 5                               |                                      |
| 1.5              | Тема 5. Структурные схемы САУ.   | 6                | 2                   |                             |             | 7       |      | 5                               |                                      |
| 1.6              | Тема 6. Метод переменных<br>состояния для линейных<br>непрерывных систем.            | 7                | 2                   | 2                           | 4           | 7       | Тест | 5                               |                                      |
|                  | <b>Рубежный контроль</b>   | 8                |                     |                             |             |         | ИЗ   | 5                               |                                      |
| 2.               | <b>Раздел 2. Методы анализа линейных<br/>непрерывных САУ</b>                         |                  |                     |                             |             |         |      |                                 |                                      |
| 2.1              | Тема 1. Методы анализа<br>устойчивости линейных<br>непрерывных САУ.                  | 9, 10,<br>11, 12 | 2                   | 2                           |             | 7       | Тест | 5                               |                                      |
| 2.2              | Тема 2. Методы анализа качества<br>САУ в переходном режиме.                          | 13, 14,<br>15    | 2                   | 2                           | 4           | 7       | Тест | 5                               |                                      |
|                  | <b>Рубежный контроль</b>   | 16               |                     |                             |             |         | ИЗ   | 5                               |                                      |
|                  | <b>Промежуточная аттестация</b>  |                  |                     |                             |             | Экзамен | 27   | 45                              |                                      |
|                  | <b>Посещаемость</b>  |                  |                     |                             |             |         |      | 5                               |                                      |
|                  | <b>Итого:</b>  |                  | 16                  | 8                           | 8           | 49      | 27   | 100                             |                                      |

\*Сокращение наименований форм текущего, рубежного и промежуточного контроля:

Тест – тестирование (письменный опрос)

ИЗ – индивидуальное задание.

## 4.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам (темам)

### Лекционный курс

| №  | Наименование раздела /темы дисциплины  | Содержание   |
|--|--|--|
| <b>Раздел 1. Математические модели линейных непрерывных САУ.</b> |  |  |
| 1.1  | Тема 1. Основные понятия теории автоматического управления.                    | Виды воздействий. Принципы автоматического управления. Обобщенная функциональная схема замкнутой САУ. Классификация САУ.                       |
| 1.2  | Тема 2. Метод переменных “вход – выход” для линейных непрерывных систем.       | Общие сведения о моделировании САУ. Модели входных воздействий. Формы описания объектов и процессов в САУ.                                     |
| 1.3  | Тема 3. Типовые динамические звенья.   | Математические модели усилительного, интегрирующего, дифференцирующего, инерционного звеньев.  |
| 1.4  | Тема 4. Типовые динамические звенья. Математические модели форсирующего звена. | Математические модели усилительного, интегрирующего, дифференцирующего, инерционного звеньев.  |
| 1.5  | Тема 5. Структурные схемы САУ.   | Передаточные функции САУ. Виды соединений ТДЗ. Правила преобразования структурных схем САУ.  |
| 1.6  | Тема 6. Метод переменных состояния для линейных непрерывных систем.            | Понятие пространства состояний. Описание систем переменными состояниями. Структурная схема в переменных состояниях.                            |
| <b>Раздел 2. Методы анализа линейных непрерывных САУ</b>         |  |  |
| 2.1  | Тема 1. Методы анализа устойчивости линейных непрерывных САУ.                  | Понятие устойчивости. Условие устойчивости. Алгебраический критерий устойчивости САУ. Частотные критерии устойчивости.                         |
| 2.2  | Тема 2. Методы анализа качества САУ в переходном режиме.                       | Показатели качества САУ в переходном режиме. Методы анализа качества САУ в установившемся режиме. Показатели качества в установившемся режиме. |

### Практические/семинарские занятия

| №  | Наименование раздела /темы дисциплины   | Содержание  |
|--|---|---|
| <b>Раздел 1. Математические модели линейных непрерывных САУ.</b> |   |   |
| 1.1  | Тема 4. Типовые динамические звенья. Математические модели форсирующего звена. Практическое занятие 1.  | Основы графического программирования в SIMULINK. Построение переходной и импульсной характеристик. Технология определения АЧХ и ФЧХ.  |
| 1.2  | Тема 6. Метод переменных состояния для линейных непрерывных систем. Практическое занятие 2. Определение математической модели физического устройства. | Определение передаточной функции физического устройства, частотных характеристик (комплексно частотной, амплитудной, фазочастотной), переходной и импульсной характеристик. Способы отыскания оригинала по заданному изображению по Лапласу: теорема вычетов, табличный, теорема Хевисайда, использование математических пакетов. |
| <b>Раздел 2. Методы анализа линейных непрерывных САУ</b>         |   |   |

|     |  |  |
|-----|--|--|
| 2.1 | Тема 1. Методы анализа устойчивости линейных непрерывных САУ.<br>Практическое занятие 3.<br>Оценка устойчивости методом Гурвица. | Определение предельного коэффициента усиления САУ методом Гурвица.   |
|     | Тема 2. Методы анализа качества САУ в переходном режиме. Практическое занятие 4. Определение ошибок САУ в установившемся режиме. | Метод коэффициентов ошибок. Использование свойств преобразования Лапласа для определения ошибки САУ в установившемся режиме. |

### Лабораторные занятия

| №  | Наименование раздела /темы дисциплины  | Содержание   |
|--|--|--|
| <b>Раздел 1. Математические модели линейных непрерывных САУ.</b> |  |  |
| 1.1  | Тема 6. Метод переменных состояния для линейных непрерывных систем.<br>Лабораторное занятие 1.<br>Исследование частотных характеристик звеньев первого порядка | Цель работы:<br>1. Расчет АЧХ и ФЧХ звеньев первого порядка<br>2. Экспериментальное построение амплитудно-частотной и фазо-частотной характеристик   |
| <b>Раздел 2. Методы анализа линейных непрерывных САУ</b>         |  |  |
| 2.1  | Тема 2. Методы анализа качества САУ в переходном режиме. Лабораторное занятие 2. Исследование показателей качества САУ в переходном и установившемся режимах.  | Цель работы:<br>1. Исследование зависимости времени регулирования и перерегулирования от коэффициента усиления.<br>2. Исследование зависимости ошибки в установившемся режиме от параметров САУ. |

#### 4.3. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы студентов

1. Половко А. М., Бутусов П. Н. П52 MATLAB для студента. — СПб.: БХВ-Петербург, 2005.
2. Никульчев Е.В. Практикум по теории управления в среде MATLAB: Учебное пособие. – М.: МГАПИ, 2002.

### 5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Фонд оценочных средств по дисциплине обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущего, рубежного и промежуточного контроля по дисциплине.



## 5.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения представлена в следующей таблице:

| Раздел                          | Темы занятий   | Компетенция | Индикаторы освоения       | Текущий контроль, неделя |
|---------------------------------|--|-------------|---------------------------|--------------------------|
| <b>Семестр 5</b>                |  |             |                           |                          |
| <b>Раздел 1</b>                 | Тема 1. Основные понятия теории автоматического управления.                    | ОПК-8       | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 |                          |
|                                 | Тема 2. Метод переменных “вход – выход” для линейных непрерывных систем.       |             | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 |                          |
|                                 | Тема 3. Типовые динамические звенья.   |             | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 |                          |
|                                 | Тема 4. Типовые динамические звенья. Математические модели форсирующего звена. |             | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 | Тест 5                   |
|                                 | Тема 5. Структурные схемы САУ.   |             | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 |                          |
|                                 | Тема 6. Метод переменных состояния для линейных непрерывных систем.            |             | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 | Тест 7                   |
| <b>Рубежный контроль</b>        |  | ОПК-8       | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 | ИЗ 8                     |
| <b>Раздел 2</b>                 | Тема 1. Методы анализа устойчивости линейных непрерывных САУ.                  | ОПК-8       | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 | Тест 11                  |
|                                 | Тема 2. Методы анализа качества САУ в переходном режиме.                       |             | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 | Тест 14                  |
| <b>Рубежный контроль</b>        |  | ОПК-8       | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 | ИЗ 16                    |
| <b>Промежуточная аттестация</b> |  | ОПК-8       | 3-ОПК-8; У-ОПК-8; В-ОПК-8 | <b>Экзамен</b>           |

## 5.2. Примерные контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы

### 5.2.1. Оценочные средства для текущего контроля

#### 5.2.1.1. Примерные вопросы для тестового задания

Тема 1. Математические модели линейных САУ.

1. Какими уравнениями описываются процессы в САУ?

Варианты ответов:

1. Дифференциальными или интегральными.
2. Дифференциальными и интегральными.
3. Дифференциальными.
4. Интегральными.
5. Линейными.
6. Нет правильных ответов.

2. Функция следующего вида:

$$1(t) = \begin{cases} 1 & \text{при } t \geq 0, \\ 0 & \text{при } t < 0 \end{cases} \text{представляет собой?}$$

Варианты ответов:

1. Единичный скачок.
1. Переходную функцию.
2. Единичный импульс.
3. Импульсная характеристика.
4. Весовая характеристика.
5. Частотная характеристика.
5. Передаточная функция.
7. Дельта- функция.
8. Нет правильных ответов.

3. Функция следующего вида:

$$\delta(t) = \begin{cases} \infty & \text{при } t = 0, \\ 0 & \text{при } t \neq 0 \end{cases} \text{представляет собой?}$$

Варианты ответов:

1. Единичный импульс.
2. Единичный скачок.
3. Передаточную функцию.
4. Импульсная характеристика.
5. Весовая характеристика.
6. Частотная характеристика.
7. Передаточная функция.
8. Дельта- функция.
9. Нет правильных ответов.

4. Реакция системы на единичный скачок называется?

Варианты ответов:

1. Переходной функцией.
2. Единичным скачком.
3. Единичным импульсом.
4. Импульсной характеристикой.
5. Весовой характеристикой.
6. Частотной характеристикой.

7. Передаточной функцией.

8. Дельта- функцией.

5. Реакция системы на единичный импульс называется?

Варианты ответов:

1. Импульсной характеристикой.

2. Весовой характеристикой.

3. Переходной функцией.

4. Единичным скачком.

5. Частотной характеристикой.

6. Передаточной функцией.

7. Дельта- функцией.

8. Нет правильных ответов.

6. Какова связь между импульсной характеристикой и переходной функцией САР?

Варианты ответов:

1.  $k(t) = dh(t) / dt$ .

2.  $k(t) = h(t)$ .

3.  $h(t) = dk(t) / dt$ .

4.  $k(t) = h^2(t)$ .

5.  $k(t) = 1 / h(t)$ .

6. Нет правильных ответов.

7. С какой из нижеперечисленных  $W(j\omega)$  описывает одни и те же свойства?

Варианты ответов:

1. С импульсной.

2. С переходной.

3. С весовой.

4. С передаточной.

5. Нет правильных ответов.

8. Передаточная функция какой САР выражается отношением преобразования Лапласа регулируемой величины к преобразованию Лапласа задающего воздействия?

Варианты ответов:

1. Замкнутой САР

2. Разомкнутой САР.

3. Замкнутой САР по ошибке.
4. Замкнутой САР по возмущению.
5. САР по ошибке относительно возмущения.
6. Нет правильных ответов.

9. Передаточная функция какой САР выражается отношением преобразования Лапласа ошибки и задающего воздействия?

Варианты ответов:

1. Замкнутой САР по ошибке.
2. Замкнутой САР по возмущению.
3. Замкнутой САР
4. Разомкнутой САР.
5. САР по ошибке относительно возмущения.
6. Нет правильных ответов.

10. Если уравнение, описывающее САР, содержит полином числителя  $M(p)$  порядка  $m$  и полином знаменателя  $N(p)$  порядка  $n$ , то условием осуществимости такой системы является?

Варианты ответов:

1.  $n > m$
2.  $m > n$
3.  $n \geq m$
4.  $m \geq n$
5.  $n = m$
6.  $n < m$

11. Параллельным соединением звеньев называют:

А) такое соединение, когда выходная величина предыдущего звена, является входной величиной последующего звена

Б) такое соединение, когда выходная величина предыдущего звена, является суммой всех входных величин

В) такое соединение, когда на входы всех звеньев подается одна и та же величина, а выходные сигналы суммируются

Г) такое соединение, когда на входы всех звеньев подаются сигналы разной величины, а выходной сигнал является суммой этих сигналов.

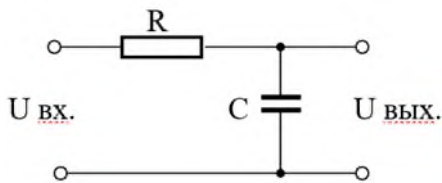
12. Последовательным соединением звеньев называют:

- А) такое соединение, когда на входе всех звеньев подается одна и та же величина, а выходные сигналы суммируются
- Б) такое соединение, когда входная величина предыдущего звена, является выходной величиной последующего звена.
- В) такое соединение, когда на входе всех звеньев подается переменная величина, а выходной сигнал является их суммой.
- Г) такое соединение, когда выходная величина предыдущего звена, является входной величиной последующего звена.

## 5.2.2. Оценочные средства для рубежного контроля

### 5.2.2.1. Примерные вопросы для индивидуального задания (ИЗ)

1. Определить передаточную функцию, амплитудную, фазовую частотные характеристики, построить их графики. Значения параметров цепи получить у преподавателя.



## ДИНАМИЧЕСКИЕ И ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ САУ

Цель работы.

Ознакомление с динамическими и частотными характеристиками систем автоматического управления (САУ) и получение навыков исследования линейных динамических моделей.

Постановка задачи

В качестве объекта исследования выступают линейные динамические стационарные системы управления с одним входом и одним выходом. При этом модель одномерной САУ задана в виде комплексной передаточной функции, записанной как отношение полиномов

$$R(p) = \frac{b_m p^m + b_{m-1} p^{m-1} + \dots + b_1 p + b_0}{a_n p^n + a_{n-1} p^{n-1} + \dots + a_1 p + a_0}$$

Необходимо:

1. Определить полюса и нули передаточной функции

$$p_i^*, i = \overline{1, n}, p_j^0, j = \overline{1, m}$$

2. Записать дифференциальное уравнение, определяющее функционирование САУ.

3. Построить графики переходной и импульсно-переходной функции:

$$h(t), k(t).$$

4. Построить логарифмические частотные характеристики  $L(\omega)$ .
5. Построить частотный годограф Найквиста  $R(j\omega)$ ,  $\omega = [0, \infty]$ .
6. Представить исходную систему в виде последовательного соединения типовых звеньев. Построить динамические и частотные характеристики этих типовых звеньев
7. Представить исходную систему в пространстве состояний.

### 5.2.3. Оценочные средства для промежуточной аттестации

#### 5.2.3.1 Примерные вопросы к экзамену

I вариант

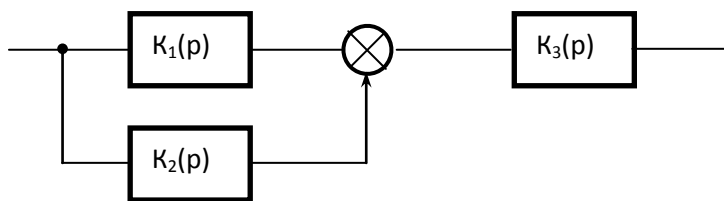
1. Что называется переходной характеристикой? (2 балла)
2. Передаточная функция динамического звена имеет вид –

$$W(p) = \frac{10\sqrt{2}}{0.1p + 1}$$

На вход звена подается гармонический сигнал с амплитудой, равной единице. Определить амплитуду выходного сигнала на частоте  $\omega = 10 \text{ рад/сек}$ . (7 баллов)

3. По передаточной функции (пример 2) записать фазочастотную характеристику, построить ее график и определить сдвиг по фазе по отношению к входному на частоте  $\omega = 10 \text{ рад/сек}$ . (6 баллов)

4. Определить передаточную функцию для соединения звеньев (4 балла):



По передаточной функции разомкнутой системы:

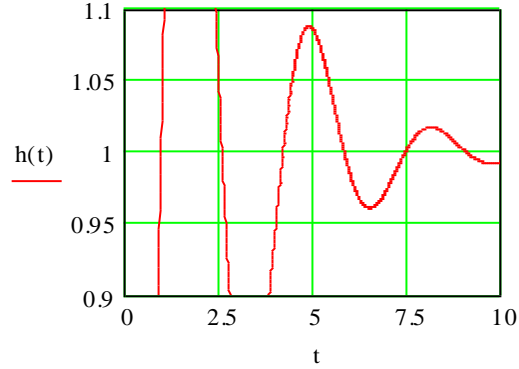
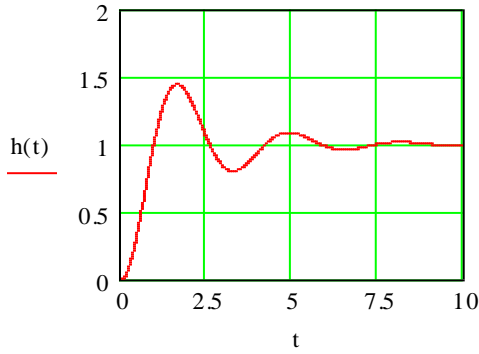
$$K(p) = \frac{k(\tau p + 1)}{p(Tp + 1)}$$

записать:

5. Передаточную функцию системы по ошибке (4 балла)
6. Передаточную функцию замкнутой системы (4 балла)

Определить по переходной характеристике параметры переходного процесса:

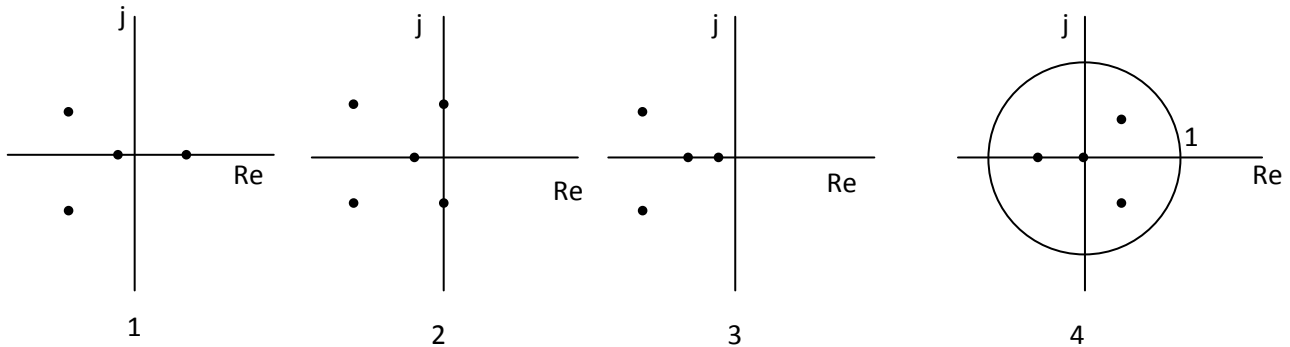
7. Время регулирования ( $t_p$ ),  $\Delta=5\%$ ; (4 балла)
8. Перерегулирование ( $\sigma$ ) (4 балла)



9. Устойчивость замкнутых САУ по критерию Гурвица определяется (2 балла)

1. Анализом расположения корней характеристического уравнения замкнутой системы на комплексной плоскости.
2. Анализом коэффициентов характеристического уравнения замкнутой системы.
3. Анализом логарифмических амплитудной и фазовой частотных характеристик разомкнутой системы.
4. Анализом годографа, построенного по характеристическому вектору замкнутой САУ.

10. Определить устойчивую непрерывную САУ по расположению корней характеристического уравнения на комплексной плоскости (3 балла)



11. Система называется статической, если: (2 балла)

1. При постоянном входном воздействии ошибка отлична от нуля.
2. При постоянном входном воздействии ошибка равна нулю.
3. При линейном входном воздействии ошибка отлична от нуля.
4. При линейном входном воздействии ошибка равна нулю.

12. Определить ошибку САУ при постоянном входном воздействии, передаточная функция которой в разомкнутом состоянии определяется следующим выражением: (6 баллов)

$$R(p) = \frac{k(\tau p + 1)}{p(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}$$

13. Стабилизирующей называется система, если (2 балла)

1. Алгоритм функционирования содержит предписание поддерживать управляемую величину, равную постоянному значению.
2. Алгоритм функционирования содержит предписание изменять управляемую величину в соответствии с заранее заданной функцией..
3. Алгоритм функционирования содержит предписание изменять управляемую величину в зависимости от значения неизвестной заранее переменной величины на входе.
4. Алгоритм функционирования содержит предписание компенсировать воздействие помехи.

### 5.3. Шкалы оценки образовательных достижений

Рейтинговая оценка знаний является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Результаты текущего контроля и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Шкала каждого контрольного мероприятия лежит в пределах от 0 до установленного максимального балла включительно. Итоговая аттестация по дисциплине оценивается по 100-балльной шкале и представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля.

Итоговая оценка выставляется в соответствии со следующей шкалой:

| Сумма баллов | Оценка по 4-ех балльной шкале | Оценка ECTS | Требования к уровню освоению учебной дисциплины   |
|--------------|-------------------------------|-------------|---|
| 90-100       | 5 – «отлично»                 | A           | Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы. |
| 85-89        | 4 – «хорошо»                  | B           | Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.   |
| 75-84        |                               | C           |   |
| 70-74        |                               | D           |   |
| 65-69        |                               |             |   |
|              |                               |             | Оценка «удовлетворительно»  |



|         |                            |   |   |
|---------|----------------------------|---|---|
| 60-64   | «удовлетворительно»        | Е | выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.   |
| Ниже 60 | 2<br>«неудовлетворительно» | Ф | Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине. |

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Поляков К.Ю. Основы теории автоматического управления: учеб. пособие. — СПб.: Изд-во СПбГМТУ, 2008.
2. Никульчев Е.В. Практикум по теории управления в среде MATLAB: Учеб-ое пособие. – М.: МГАПИ, 2002

### ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Дорф Р., Бишоп Р. Современные системы управления. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2004
2. Гудвин Г., Гребе С., Сальгадо М. Проектирование систем управления. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2004
3. Филлипс Ч., Харбор Р. Системы управления с обратной связью. – М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2001

### ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ:

Математический пакет MatLAB

### LMS И ИНТЕРНЕТ-РЕСУРСЫ:

1. Национальная платформа открытого образования

## 7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Освоение дисциплины производится в СарФТИ НИЯУ МИФИ на базе учебных

лабораторий кафедры ОТДиЭ в корпусах №3 и №4.

Основные лаборатории оснащены современным оборудованием, позволяющим проводить практические и лабораторные занятия. Выполнение лабораторных работ, а также самостоятельной работы студентов осуществляется на рабочих местах оснащенных макетами ЛР с соответствующим комплектом средств измерений и объектами исследований. Здесь же проводятся консультации по текущим вопросам и по курсовому проектированию курсовых проектов.

В качестве материально-технического обеспечения используются также ресурсы и программно-аппаратное обеспечение компьютерного класса в ауд. 220 (например, комплекс MatLAB).

## **8. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

При чтении лекционного материала используется электронное сопровождение курса: справочно-иллюстративный материал воспроизводится и озвучивается в аудитории с использованием проектора и переносного компьютера в реальном времени.

Лабораторный практикум проводится по расписанию в дисплейном классе одновременно для группы студентов, работающих в интерактивном режиме. Допустимо выполнение лабораторных работ в составе локальной сети кафедры или в удаленном режиме, используя Интернет.

По дисциплине «Теория автоматического управления» в рабочем учебном плане предусмотрены интерактивные часы для проведения практических и лабораторных занятий.

## **9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **Подготовка к лекционным занятиям**

Студентам важно систематически готовиться к лекционным занятиям. Для усвоения дисциплины необходимо проработать соответствующий материал, рассмотренный на лекциях и приведённый в учебных пособиях, выписать основные определения, вывод формул, начертить основные векторные диаграммы, графики, ответить на вопросы самоконтроля. Это даст возможность самостоятельно проверить усвоение материала и запомнить основные элементы изучаемой темы. Систематические записи приводят к составлению полноценного конспекта всей дисциплины.

### **Подготовка к контрольной работе**

После усвоения теории по изученной теме нужно разобрать решённые задачи, относящиеся к данной теме, и самостоятельно решить задачи, предназначенные для

самоконтроля, и домашние контрольные задачи по теме. Решение задач следует рассматривать не как дополнительную нагрузку, а как одну из главных форм усвоения дисциплины.

### **Подготовка к лабораторной работе**

Предварительная подготовка студентов к каждой лабораторной работе и понимание ее цели и содержания – важнейшее условие. Поэтому прежде, чем приступить к выполнению лабораторной работы, студенты должны: тщательно изучить содержание работы и порядок ее выполнения; повторить теоретический материал, связанный с выполнением данной работы; подготовить таблицы с необходимым количеством граф для занесения результатов наблюдений и вычислений.

Лабораторные работы выполняются бригадами студентов, обычно по 1-2 человека. Лабораторная работа завершается составлением отчета и сдачей зачета по ней.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО НИЯУ МИФИ к обязательному минимуму содержания основной образовательной программы по направлению 15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств».

**Программу составил:** доцент кафедры ОТДиЭ, к.т.н.

А.В. Воронков

**Рецензент:** заведующий кафедрой ТСМ д.т.н., профессор

В.Н. Халдеев