

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»  
(ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»)



УТВЕРЖДАЮ:  
директор института  
Энергетики и автоматизированных систем  
С.И. Лукьянов  
20 сентября 2017г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Теория автоматического управления**

Направление подготовки  
**11.03.04 «Электроника и микроэлектроника»**

Направленность (профиль/ специализация) программы  
**«Промышленная электроника»**

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения  
Очная

Институт энергетики и автоматизированных систем  
Кафедра электроники и микроэлектроники  
Курс – 3  
Семестр – 6

Магнитогорск  
2017 г

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и микроэлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. N 218.


Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Электроника и микроэлектроника" 7 сентября 2017 г., (протокол № 1).

Зав. кафедрой  С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Энергетики и автоматизированных систем 20 сентября 2017 г. (протокол № 1).


Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа разработана: *Швидченко Д.В.* кандидатом технических наук, доцентом кафедры Э и МЭ




 Д.В. Швидченко

Рецензент:

Начальник отдела инновационных разработок ЗАО «КОНСОМ ГРУПП», канд. техн. наук

 / А.Н. Панов /

### Лист регистрации изменений и дополнения

| № п/п | Раздел программы | Краткое содержание изменения/дополнения                                      | Дата. № протокола заседания кафедры | Подпись зав. кафедрой   |
|-------|------------------|--|-------------------------------------|---|
| 1.    | 8                | Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины | 06.09.2018 г. протокол №1           |  |
| 2.    | 8                | Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины | 05.09.2019 г. протокол №1           |  |
| 3.    | 8                | Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины | 31.08.2020 г. протокол №1           |  |

## 1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями дисциплины «Теория автоматического управления» являются:

- Освоение основ теории автоматического управления как теоретической и фундаментальной базы для построения современных систем автоматического управления и электронных схем управления в различных областях техники и управления;
- Обучение выбору и реализации на практике эффективной методики экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок систем автоматического управления.

## 2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Теория автоматического управления» относится к профессиональному циклу образовательной программы бакалавров по направлению подготовки 210100 «Электроника и нанoeлектроника» и преподается на третьем курсе обучения в течение 6-го семестра. Изучение «Теории автоматического управления» базируется на дисциплинах естественнонаучных дисциплин, дисциплинах общепрофессиональной подготовки: «Физика», «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Информатика» в объёме учебной программы бакалавров по направлению подготовки 210100 «Электроника и нанoeлектроника».

Знания, полученные в данной дисциплине, необходимы при изучении последующих дисциплин: «Автоматизированный электропривод», «Системы сбора, обработки и передачи информации», «АСУ технологическими объектами». Приобретённые навыки и знания могут быть полезны при дальнейшем обучении по программе магистров по направлению подготовки 210100 «Электроника и нанoeлектроника».

## 3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В ходе изучения дисциплины «Теория автоматического управления» у студента формируются и развиваются следующие компетенции:

ПК-2. Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения.

В результате освоения дисциплины «Теория автоматического управления» обучающийся должен обладать следующими компетенциями

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения  |
|---------------------------------|--|
|                                 | ПК-2. Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения. |
| Знать                           | - основные характеристики типовых линейных передаточных звеньев;<br>- виды типовых воздействий и реакций системы автоматического управления (САУ) на них;<br>- способы соединения звеньев и расчёта эквивалентных передаточных функций САУ;                        |

| Структурный элемент компетенции | Планируемые результаты обучения   |
|---------------------------------|---|
|                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы реализации типовых передаточных функций на электронной компонентной базе.</li> <li>- пороговый уровень;</li> <li>- качественные характеристики САУ и способы их определения;</li> <li>- цели и методы проверки САУ на устойчивость;</li> <li>- сведения, включённые в средний уровень;</li> <li>- методы корректировки САУ;</li> <li>- методы синтеза регуляторов;</li> </ul>  |
| Уметь:                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять эквивалентные преобразования структурных схем САУ;</li> <li>- использовать специализированное программное обеспечение для построения моделей САУ и получения их характеристик.</li> <li>- пороговый уровень;</li> <li>- составлять модели устройств и процессов, выполнять их анализ с использованием специализированных программных продуктах;</li> <li>- формировать отчёты о результатах моделирования и анализа.</li> <li>- средний уровень;</li> <li>- выполнять синтез САУ с заданными качественными параметрами;</li> <li>- выполнять синтез регуляторов в аналоговом и цифровом (программном) виде.</li> </ul> |
| Владеть:                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы со специализированными программными продуктами.</li> <li>- пороговый уровень;</li> <li>- терминологией теории автоматического управления;</li> <li>- навыками описания систем с использованием математического аппарата теории автоматического управления.</li> <li>- навыками моделирования и анализа систем и процессов с использованием специализированного программного обеспечения.</li> </ul>  |

#### 4 Структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы 144 акад. часа, в том числе:

- контактная работа – 72 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часа;
  - лекций – 36 акад. часов;
  - практических – 36 акад. часов;
- внеаудиторная – 36 акад. часов;
  - самостоятельная работа – 36 акад. часов.

| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы               | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|--|---|---------------------------------------|
|  |         | лекции                                       | практич. занятия | лаборат. занятия |  |  |   |                                       |
| Раздел 1. Введение в теорию автоматического управления   | 6       |  |                  |                  |  |  |   |                                       |
| Тема 1. Цели и задачи дисциплины «Теория автоматического управления». Краткие исторические сведения об автоматах, регуляторах и развитии теории управления. Основные термины, понятия и определения. Типы объектов управления и задачи управления. | 6       | 2  | 2                |                  | 2                                      | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий          | ПК-2 – 3                              |

| Раздел/ тема дисциплины   | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы               | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|---------|--|------------------|------------------|--|--|---|---------------------------------------|
|   |         | лекции                                       | практич. занятия | лаборат. занятия |  |  |   |                                       |
| Тема 2. Классификация САУ. Математическое описание линейных систем автоматического управления (САУ). Преобразование Лапласа. Понятие передаточной функции, входного полинома, собственного полинома, характеристического уравнения. | 6       | 2  | 2                |                  | 2                                      | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий          | ПК-2 – зув                            |
| Итого по разделу  |         | 4  | 4                |                  | 4                                      |  |   |                                       |
| Раздел 2. Математическое описание линейных САУ  | 6       |  |                  |                  |  |  |   |                                       |
| Тема 3. Формы записи дифференциальных уравнений САУ и звеньев. Линеаризация САУ. Принцип суперпозиции.  | 6       | 2  | 2                |                  | 2                                      | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий          | ПК-2 – зув                            |
| Тема 4. Принципы разомкнутого управления, управления по возмущению, управления по отклонению, комбинированного управления.  | 6       | 2  | 2                |                  | 2                                      | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для практических занятий          | ПК-2 – зув                            |

| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы               | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|--|---|---------------------------------------|
|  |         | лекции                                       | практич. занятия | лаборат. занятия |  |  |   |                                       |
| Тема 5. Типовые воздействия в ТАУ и их математическое описание. Импульсная, весовая, и переходная функции. Понятие минимально-фазовых звеньев. Типовые динамические звенья и их операторные, временные и частотные характеристики. | 6       | 8  | 8                |                  | 4                                      |  |   | ПК-2 – зув                            |
| Тема 6. Функциональные устройства (сумматоры, логарифмические, экспоненциальные, ограничители и т.п.)  | 6       | 6  | 6                |                  | 2                                      |  |   | ПК-2 – зув                            |
| Итого по разделу   |         | 14   | 14               |                  | 10                                     | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий          | ПК-2 – зув                            |
| Раздел 3. Устойчивость САУ   | 6       |  |                  |                  |  | Чтение литературы, подготовка к занятиям |   |                                       |
| Тема 7. Понятие устойчивости САУ. Условия устойчивости САУ, виды устойчивых и неустойчивых САУ. Корневой метод определения устойчивости САУ. Алгебраические критерии устойчивости  | 6       | 4  | 4                |                  | 2                                      |  |   |                                       |



| Раздел/ тема дисциплины  | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы               | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|--|---------|--|------------------|------------------|--|--|---|---------------------------------------|
|  |         | лекции                                       | практич. занятия | лаборат. занятия |  |  |   |                                       |
| САУ.   |         |  |                  |                  |  |  |   |                                       |
| Тема 8. Частотные критерии устойчивости САУ. Метод D-разбиения по одному и двум параметрам.  | 6       | 4  | 4                |                  | 2                                      | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий          | ПК-2 – зув                            |
| Итого по разделу   |         | 8  | 8                |                  | 4                                      | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий          | ПК-2 – зув                            |
| Раздел 4. Качество САУ   | 6       |  |                  |                  |  |  |   |                                       |
| Тема 9. Качество регулирования и его оценка. Основные показатели качества систем регулирования в статических и динамических режимах. Влияние параметров САУ на её качественные показатели. Определение качественных показателей САУ по переходной функции. | 6       | 4  | 4                |                  | 1                                      |  |   |                                       |
| Тема 10. Определение качественных показателей САУ по АЧХ, по корням и полю-  | 6       | 2  | 2                |                  | 1                                      | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий          | ПК-2 – зув                            |

| Раздел/ тема дисциплины   | Семестр | Аудиторная контактная работа (в акад. часах) |                  |                  | Самостоятельная работа (в акад. часах) | Вид самостоятельной работы               | Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации | Код и структурный элемент компетенции |
|---|---------|--|------------------|------------------|--|--|---|---------------------------------------|
|   |         | лекции                                       | практич. занятия | лаборат. занятия |  |  |   |                                       |
| сам передаточной функции. Астатизм САУ, коэффициенты ошибок, метод трапеций для примерного построения переходной функции САУ. |         |  |                  |                  |  |  |   |                                       |
| Итого по разделу  |         | 6  | 6                |                  | 2                                      | Чтение литературы, подготовка к занятиям |   |                                       |
|   |         |  |                  |                  |  |  |   |                                       |
|   |         |  |                  |                  |  | Чтение литературы, подготовка к занятиям | Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий          |                                       |
| Выполнение расчётно-графической работы  | 6       |  |                  |                  | 12                                     |  |   |                                       |
| 7. Итоговый контроль  | 6       |  |                  |                  | 4                                      | Подготовка к итоговому контролю          |   |                                       |
| Итого за семестр  |         | 36   | 36               |                  | 36                                     |  |   |                                       |
| Итого по дисциплине   |         | 36   | 36               |                  | 36                                     |  |   |                                       |

## 5 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины применяется модульно-компетентностная технология. Лекции проходят в традиционной форме. На лекционных занятиях применяются элементы лекции-визуализации, за счет представления части лекционного материала с помощью заранее подготовленных презентаций, слайдов с помощью мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется на практических занятиях, на которых выполняются индивидуальные задания по пройденной теме. Также практические занятия проводятся в виде семинаров, цель которых максимально доступным путём (при помощи онлайн визуализации заранее подготовленных примеров по материалам лекционных занятий). На практических занятиях также применяются метод контекстного обучения, работы в команде и метод case-study, позволяющие усвоить учебный материал путём выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также анализа конкретных ситуаций и поиска решений студентами. Защита результатов практических заданий проходит в виде диалога преподавателя и студента, преподавателем задаются контрольные вопросы с целью выяснения глубины знаний студента по данному разделу, при этом пробелы в знаниях студента восполняются дополнительными пояснениями, комментариями преподавателя.

Самостоятельная работа студентов стимулирует студентов к самостоятельной проработке тем по дисциплине, подготовки к практическим занятиям и итоговой аттестации, выполнения расчётно-графической работы

В качестве оценочных средств на протяжении семестра используются: устный опрос (собеседование) и практические задания, выполняемые с применением персонального компьютера, защита полученных результатов.

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

| Раздел<br>(тема дисциплины)                            | Вид самостоятельной<br>работы (№ темы)   | Кол-во<br>часов | Формы контроля   |
|--|--|-----------------|--|
| 1. <i>Введение в теорию автоматического управления</i> | - самостоятельное изучение литературных источников;<br>- повторение лекционного материала;   | 4               | Устный опрос (собеседование).  |
| 2. <i>Математическое описание линейных САУ</i>         | - самостоятельное изучение литературных источников;<br>- повторение лекционного материала;<br>- подготовка к выполнению практических заданий;<br>- подготовка к выполнению заданий промежуточного контроля | 10              | Выполнение заданий на практических занятиях, устный опрос (собеседование), Промежуточный контроль. |
| 3. <i>Устойчивость САУ</i>                             | - самостоятельное изучение литературных источников;<br>- повторение лекционного материала;<br>- подготовка к выполнению практических заданий;  | 4               | Выполнение заданий на практических занятиях, устный опрос (собеседование).                         |
| 4. <i>Качество САУ</i>                                 | - самостоятельное изучение литературных источников;<br>- повторение лекционного материала;   | 2               | Выполнение заданий на практических занятиях, устный опрос (собесе-                                 |

|                                       |   |    |  |
|---------------------------------------|---|----|--|
|                                       | - подготовка к выполнению практических заданий;   |    | дование).  |
| 5. <i>Итоговый контроль (РГР)</i>     | - самостоятельное изучение литературных источников;<br>- повторение лекционного материала;<br>- выполнение задания расчётно-графической работы, подготовка к защите | 12 | Выполнение заданий расчётно-графической работы, защита РГР |
| 6. <i>Итоговый контроль (экзамен)</i> | - самостоятельное изучение литературных источников;<br>- повторение лекционного материала;  | 4  | Выполнение заданий итогового контроля                      |

### Задания для выполнения РГР:

1. Полагая  $W_p(p) = 1$  и  $W_{oc}(p) = 0$ , привести в общем виде:

$W_{paz}(p)$  – передаточную функцию объекта управления по управляющему воздействию  $x$ ;

$W_f(p)$  – передаточную функцию объекта управления по возмущающему воздействию  $f$ .

Все преобразования структурной схемы объекта привести в пояснительной записке.

2. При известных типах и параметрах  $W_1(p)..W_4(p)$  определить характер устойчивости объекта по управляющему воздействию с помощью любого алгебраического критерия.

3. При  $W_{oc}(p) = 1$  выполнить синтез регулятора  $W_p(p)$  для обеспечения астатизма системы первого порядка и запаса устойчивости системы управления, не менее  $\varphi_3 = 30^\circ$ .

4. Проверить устойчивость полученной системы управления (с учётом регулятора) любым графическим критерием. Показать на графиках запас устойчивости по амплитуде  $K_3$  и фазе  $\varphi_3$ .

4. Определить  $W_e(p)$  – передаточную функцию объекта управления и регулятора по ошибке регулирования в общем виде. Все необходимые преобразования структурной схемы объекта привести в пояснительной записке. При известных типах и параметрах  $W_1(p)..W_4(p)$  и  $W_p(p)$  определить коэффициент ошибки и показать степень астатизма системы.

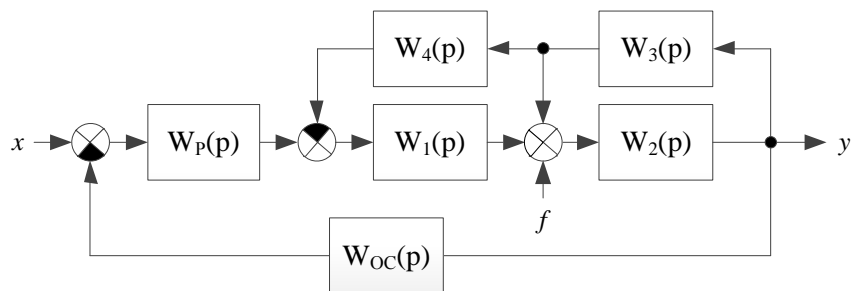


Рисунок 1 – Вариант 1 структурной схемы системы управления.

Таблица 1 – Параметры передаточных функций объекта управления

| Вариант | Вар. пар. | $W_1(p)$                          | $W_2(p)$                          | $W_3(p)$       | $W_4(p)$        |
|---------|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|-----------------|
| 1       |           | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$        | $\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$        | $K_3$          | $K_4$           |
|         |           | $K_1 = 160$<br>$\tau_1 = 0,00025$ | $K_2 = 2$<br>$\tau_2 = 0,0008$    | $K_3 = 0,1$    | $K_4 = 0,075$   |
|         |           | $K_1 = 24,5$<br>$\tau_1 = 0,02$   | $K_2 = 5$<br>$\tau_2 = 0,0025$    | $K_3 = 0,1$    | $K_4 = 0,05918$ |
|         |           | $K_1 = 3,9$<br>$\tau_1 = 0,0064$  | $K_2 = 7,5$<br>$\tau_2 = 0,0025$  | $K_3 = 0,1$    | $K_4 = 0,02564$ |
|         |           | $K_1 = 125$<br>$\tau_1 = 0,0002$  | $K_2 = 4$<br>$\tau_2 = 0,004$     | $K_3 = 0,2$    | $K_4 = 0,048$   |
|         |           | $K_1 = 16$<br>$\tau_1 = 0,002$    | $K_2 = 4,5$<br>$\tau_2 = 0,005$   | $K_3 = 0,2$    | $K_4 = 0,02083$ |
| 2       |           | $\frac{K_1}{p}$                   | $\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$        | $K_3$          | $K_4$           |
|         |           | $K_1 = 100$                       | $K_2 = 1,5$<br>$\tau_2 = 0,0001$  | $K_3 = 0,66$   | $K_4 = 0,01$    |
|         |           | $K_1 = 100$                       | $K_2 = 5$<br>$\tau_2 = 0,00005$   | $K_3 = 0,1975$ | $K_4 = 0,02$    |
|         |           | $K_1 = 36,4$                      | $K_2 = 9$<br>$\tau_2 = 0,0025$    | $K_3 = 0,1$    | $K_4 = 0,05$    |
|         |           | $K_1 = 200$                       | $K_2 = 4,8$<br>$\tau_2 = 0,00001$ | $K_3 = 0,2$    | $K_4 = 0,15$    |
|         |           | $K_1 = 50$                        | $K_2 = 3$<br>$\tau_2 = 0,00005$   | $K_3 = 0,33$   | $K_4 = 0,01$    |

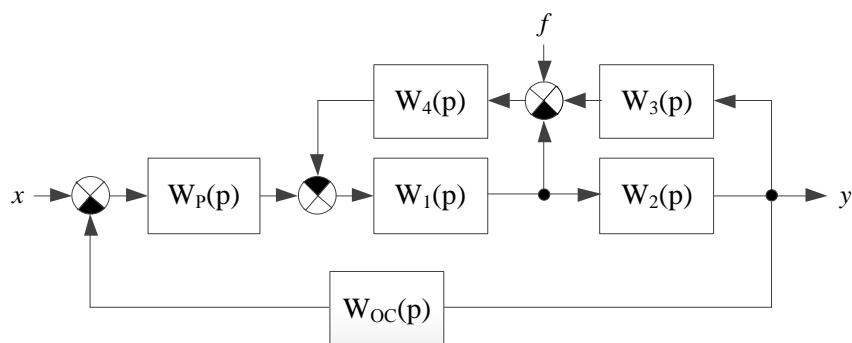


Рисунок 2 – Вариант 2 структурной схемы системы управления.

Таблица 2 – Параметры передаточных функций объекта управления

| Вар. | Вар. пар. | $W_1(p)$                          | $W_2(p)$                          | $W_3(p)$        | $W_4(p)$       |
|------|-----------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------|----------------|
|      |           | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$        | $\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$        | $K_3$           | $K_4$          |
| 1    | 1         | $K_1 = 2$<br>$\tau_1 = 0,0008$    | $K_2 = 160$<br>$\tau_2 = 0,00025$ | $K_3 = 0,075$   | $K_4 = 0,1$    |
|      | 2         | $K_1 = 5$<br>$\tau_1 = 0,0025$    | $K_2 = 24,5$<br>$\tau_2 = 0,02$   | $K_3 = 0,05918$ | $K_4 = 0,1$    |
|      | 3         | $K_1 = 7,5$<br>$\tau_1 = 0,0025$  | $K_2 = 3,9$<br>$\tau_2 = 0,0064$  | $K_3 = 0,02564$ | $K_4 = 0,1$    |
|      | 4         | $K_1 = 4$<br>$\tau_1 = 0,004$     | $K_2 = 125$<br>$\tau_2 = 0,0002$  | $K_3 = 0,048$   | $K_4 = 0,2$    |
|      | 5         | $K_1 = 4,5$<br>$\tau_1 = 0,005$   | $K_2 = 16$<br>$\tau_2 = 0,002$    | $K_3 = 0,02083$ | $K_4 = 0,2$    |
| 2    | Вар. пар. | $W_1(p)$                          | $W_2(p)$                          | $W_3(p)$        | $W_4(p)$       |
|      |           | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$        | $\frac{K_2}{p}$                   | $K_3$           | $K_4$          |
| 2    | 1         | $K_1 = 1,5$<br>$\tau_1 = 0,0001$  | $K_2 = 100$                       | $K_3 = 0,01$    | $K_4 = 0,66$   |
|      | 2         | $K_1 = 5$<br>$\tau_1 = 0,00005$   | $K_2 = 100$                       | $K_3 = 0,02$    | $K_4 = 0,1975$ |
|      | 3         | $K_1 = 9$<br>$\tau_1 = 0,0025$    | $K_2 = 36,4$                      | $K_3 = 0,05$    | $K_4 = 0,1$    |
|      | 4         | $K_1 = 4,8$<br>$\tau_1 = 0,00001$ | $K_2 = 200$                       | $K_3 = 0,15$    | $K_4 = 0,2$    |
|      | 5         | $K_1 = 3$<br>$\tau_1 = 0,00005$   | $K_2 = 50$                        | $K_3 = 0,01$    | $K_4 = 0,33$   |

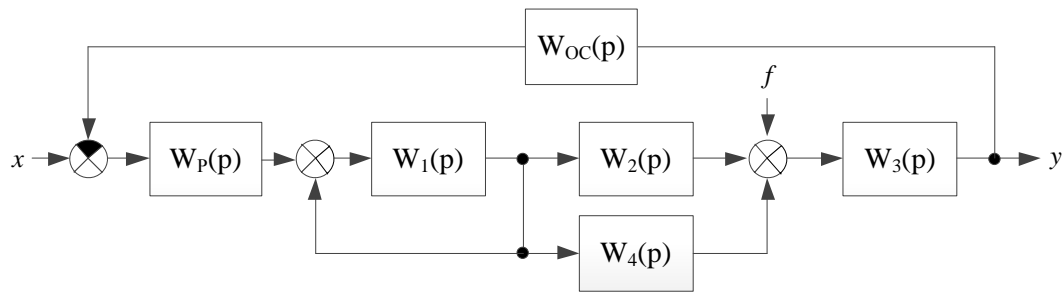


Рисунок 3 – Вариант 3 структурной схемы системы управления.

Таблица 3 – Параметры передаточных функций объекта управления

| Вар. | Вар. пар. | $W_1(p)$                      | $W_2(p)$                      | $W_3(p)$                          | $W_4(p)$    |
|------|-----------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|-------------|
| 1    |           | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$    | $\frac{K_2}{\tau_2 p + 1}$    | $\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$        | $K_4$       |
|      | 1         | $K_1 = 3$<br>$\tau_1 = 0,01$  | $K_2 = 15$<br>$\tau_2 = 0,01$ | $K_3 = 3$<br>$\tau_3 = 0,02$      | $K_4 = 5$   |
|      | 2         | $K_1 = 3$<br>$\tau_1 = 0,1$   | $K_2 = 10$<br>$\tau_2 = 0,05$ | $K_3 = 3$<br>$\tau_3 = 0,01$      | $K_4 = 10$  |
|      | 3         | $K_1 = 49$<br>$\tau_1 = 0,4$  | $K_2 = 30$<br>$\tau_2 = 0,02$ | $K_3 = 2$<br>$\tau_3 = 0,005$     | $K_4 = 20$  |
|      | 4         | $K_1 = 19$<br>$\tau_1 = 0,1$  | $K_2 = 25$<br>$\tau_2 = 0,01$ | $K_3 = 2$<br>$\tau_3 = 0,02$      | $K_4 = 25$  |
|      | 5         | $K_1 = 99$<br>$\tau_1 = 0,5$  | $K_2 = 40$<br>$\tau_2 = 0,01$ | $K_3 = 1$<br>$\tau_3 = 0,01$      | $K_4 = 40$  |
| 2    |           | $\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$    | $\frac{K_2}{p}$               | $\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$        | $K_4$       |
|      | 1         | $K_1 = 9$<br>$\tau_1 = 0,01$  | $K_2 = 100$                   | $K_3 = 5000$<br>$\tau_3 = 0,001$  | $K_4 = 0,1$ |
|      | 2         | $K_1 = 4$<br>$\tau_1 = 0,01$  | $K_2 = 100$                   | $K_3 = 7000$<br>$\tau_3 = 0,002$  | $K_4 = 0,2$ |
|      | 3         | $K_1 = 19$<br>$\tau_1 = 0,1$  | $K_2 = 100$                   | $K_3 = 6000$<br>$\tau_3 = 0,005$  | $K_4 = 0,5$ |
|      | 4         | $K_1 = 49$<br>$\tau_1 = 0,25$ | $K_2 = 200$                   | $K_3 = 10000$<br>$\tau_3 = 0,001$ | $K_4 = 1$   |
|      | 5         | $K_1 = 9$<br>$\tau_1 = 0,2$   | $K_2 = 100$                   | $K_3 = 5000$<br>$\tau_3 = 0,002$  | $K_4 = 2$   |

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

### а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

| Структурный элемент компетенции  | Уровень освоения компетенций  |   |
|--|---|---|
|  | Планируемый результат   | Оценочные средства  |
| ПК-2. Способность аргументированно выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения. |   |   |
| Знать  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные характеристики типовых линейных передаточных звеньев;</li> <li>- виды типовых воздействий и реакций системы автоматического управления (САУ) на них;</li> <li>- способы соединения звеньев и расчёта эквивалентных передаточных функций САУ;</li> <li>- способы реализации типовых передаточных функций на электронной компонентной базе;</li> <li>- пороговый уровень;</li> <li>- качественные характеристики САУ и способы их определения;</li> <li>- цели и методы проверки САУ на устойчивость;</li> <li>- сведения, включённые в средний уровень;</li> </ul> | <p>Вопросы к экзамену:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Что такое объект управления?</li> <li>2. Что такое система управления?</li> <li>3. Что такое автоматизация?</li> <li>4. Что такое система автоматического управления?</li> <li>5. Что такое процесс управления?</li> <li>6. Что такое звено САУ? Какими свойствами оно обладает?</li> <li>7. Укажите особенности физических и математических моделей САУ?</li> <li>8. В чем состоит отличие статической характеристики объекта от динамической?</li> <li>9. Какого типа воздействия оказывают на объект управления внешняя среда и управляющий орган?</li> <li>10. В чем состоит отличие непрерывных и дискретных САУ?</li> <li>11. Перечислите основные принципы управления.</li> <li>12. В чем состоит принцип управления по заданному воздействию? Укажите его преимущества и недостатки.</li> <li>13. В чем состоит принцип управления по возмущению? Укажите его преимущества и недостатки.</li> <li>14. В чем состоит принцип управления по отклонению? Укажите его преимущества и недостатки.</li> <li>15. В чем состоит принцип комбинированного управления? Укажите его преимущества и недостатки.</li> <li>16. В чем сущность понятия обратная связь? Каково ее назначение в САУ?</li> <li>17. В чем состоит отличие замкнутой и разомкнутой САУ?</li> <li>18. В чем состоит отличие оптимального и адаптивного видов управления?</li> <li>19. Что такое передаточная функция системы (звена)?</li> <li>20. Какие частотные характеристики применяются при анализе САУ?</li> </ol> |



| Структурный элемент компетенции | Уровень освоения компетенций  |   |
|---------------------------------|---|---|
|                                 | Планируемый результат   | Оценочные средства  |
|                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы корректировки САУ;</li> <li>- методы синтеза регуляторов;</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>21. Что такое переходная функция системы (звена)? Каковы ее свойства?</li> <li>22. Что такое импульсная переходная функция системы (звена)? Каковы ее свойства?</li> <li>23. Что такое пропорциональное звено? Каковы его характеристики?</li> </ul>   |
| Уметь:                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- выполнять эквивалентные преобразования структурных схем САУ;</li> <li>- использовать специализированное программное обеспечение для построения моделей САУ и получения их характеристик;</li> <li>- пороговый уровень;</li> <li>- составлять модели устройств и процессов, выполнять их анализ с использованием специализированных программных продуктах;</li> <li>- формировать отчёты о результатах моделирования и анализа;</li> <li>- средний уровень;</li> <li>- выполнять синтез САУ с заданными качественными параметрами;</li> <li>- выполнять синтез регуляторов в аналоговом и цифровом (программном) виде.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>24. Что такое интегрирующее звено? Каковы его характеристики?</li> <li>25. Что такое идеальное дифференцирующее звено? Каковы его характеристики?</li> <li>26. Что такое апериодическое (инерционное) звено первого порядка? Каковы его характеристики?</li> <li>27. Что такое колебательное звено? Каковы его характеристики?</li> <li>28. Что такое форсирующее звено? Каковы его характеристики?</li> <li>29. Что такое апериодическое звено второго порядка? Каковы его характеристики?</li> <li>30. Что такое реальное дифференцирующее звено? Каковы его характеристики?</li> <li>31. Каковы свойства минимально-фазовых звеньев?</li> <li>32. Что такое запаздывающее звено? Каковы его характеристики?</li> <li>33. Каковы свойства последовательного соединения звеньев САУ?</li> <li>34. Каковы свойства параллельного соединения звеньев САУ?</li> <li>35. Каким образом определяется передаточная функция САУ, замкнутой обратной отрицательной связью?</li> <li>36. Каким образом определяется передаточная функция САУ, замкнутой обратной положительной связью?</li> <li>37. В чем состоит отличие статической системы от астатической? Что такое статизм системы?</li> <li>38. В чем состоит физический смысл понятия устойчивости САУ?</li> <li>39. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием алгебраического критерия Гурвица?</li> </ul> |

| Структурный элемент компетенции | Уровень освоения компетенций   |   |
|---------------------------------|--|---|
|                                 | Планируемый результат  | Оценочные средства  |
| Владеть:                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками работы со специализированными программными продуктами;</li> <li>- пороговый уровень;</li> <li>- терминологией теории автоматического управления;</li> <li>- навыками описания систем с использованием математического аппарата теории автоматического управления;</li> <li>- навыками моделирования и анализа систем и процессов с использованием специализированного программного обеспечения.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>40. В чем заключается методика анализа устойчивости САУ по логарифмическим частотным характеристикам?</li> <li>41. В чем состоят особенности алгебраических и частотных критериев устойчивости?</li> <li>42. Каковы основные качественные показатели переходного процесса в САУ?</li> <li>43. Какие методы применяются для определения показателей качества переходного процесса в САУ?</li> </ul> |

**б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:**

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

**Критерии оценки экзамена (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):**

– на оценку «отлично» – Полное и глубокое усвоение материала, грамотное и логичное изложение мыслей, обоснованность выводов, умение сочетать теорию с практикой, наличие аналитического мышления;

– на оценку «хорошо» – Твердое знание материалов учебного курса, его грамотное изложение, отсутствие существенных неточностей в ответе;

– на оценку «удовлетворительно» – Наличие пробелов в усвоении основного материала, неточности Формулировок, недостаточная аргументация выводов, отсутствие последовательности в ответе;

– на оценку «неудовлетворительно» – Отсутствие знаний основного материала, существенные ошибки при ответах на дополнительные вопросы, неумение логически обосновать ответ

## 8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

### а) Основная литература:

1. Ким, Д. П. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Д. П. Ким. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 276 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9294-6. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450559> (дата обращения: 20.09.2020).
2. Коломейцева, М. Б. Системы автоматического управления при случайных воздействиях : учебное пособие для вузов / М. Б. Коломейцева, В. М. Беседин. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 104 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-11166-8. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/455298> (дата обращения: 20.09.2020).

### б) Дополнительная литература:

1. Ягодкина, Т. В. Теория автоматического управления : учебник и практикум для вузов / Т. В. Ягодкина, В. М. Беседин. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 470 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06483-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/450572> (дата обращения: 20.09.2020).
2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Многомерные, нелинейные, оптимальные и адаптивные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 331 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-01459-4. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452303> (дата обращения: 20.09.2020)

### в) Методические указания:

1. Рябчиков, М. Ю. Статистическая динамика систем управления : учебное пособие / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск : МГТУ, 2016. - 110 с. : ил., табл., схемы, граф., гистогр. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=3126.pdf&show=dcatalogues/1/1136001/3126.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0868-0. - Имеется печатный аналог.
2. Ким, Д. П. Теория автоматического управления. Линейные системы. Задачник : учебное пособие для вузов / Д. П. Ким, Н. Д. Дмитриева. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2020. — 169 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-8603-7. — Текст : электронный // ЭБС Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/452301> (дата обращения: 20.09.2020).
3. Рябчиков, М. Ю. Планирование эксперимента и обработка результатов измерений : практикум / М. Ю. Рябчиков, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2013. - 141 с. : ил., гистогр., граф., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=619.pdf&show=dcatalogues/1/1107849/619.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-9967-0379-1. - Имеется печатный аналог.
4. Рябчиков, М. Ю. Алгоритмы и способы самонастройки средств регулирования в современных микропроцессорных контроллерах : практикум / М. Ю. Рябчиков, С. М. Андреев, Е. С. Рябчикова ; МГТУ. - Магнитогорск, 2012. - 136 с. : ил., схемы, табл. - URL: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=602.pdf&show=dcatalogues/1/1104154/602.pdf&view=true> (дата обращения: 14.05.2020). - Макрообъект. - Текст : электронный. - Имеется печатный аналог.
5. Жмудь, В. А. Моделирование и численная оптимизация замкнутых систем автоматического управления в программе VisSim : учебное пособие / В. А. Жмудь. - Новосибирск : НГТУ, 2016. - 124 с. - ISBN 978-5-7782-2103-1. - Текст : электронный. - URL:

<https://znanium.com/catalog/product/546586> (дата обращения: 20.09.2020). – Режим доступа: по подписке.

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

| Наименование ПО    | № договора   | Срок действия лицензии                               |
|--------------------|--|--|
| Windows 7          | Д-1227 от 8.10.2018<br>Д-757-17 от 27.06.2017<br>Д-593-16 от 20.05.2016<br>Д-1421-15 от 13.07.2015 | 11.10.2021<br>27.07.2018<br>20.05.2017<br>13.07.2016 |
| 7 Zip              | Свободно распространяемое  | бессрочно  |
| FAR Manager        | свободно распространяемое ПО   | бессрочно  |
| MS Office 2007     | № 135 от 17.09.2007  | бессрочно  |
| NI Developer Suite | К-118-08 от 20.10.2008   | бессрочно  |

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

| Название курса   | Ссылка  |
|--|---|
| Информационная система - Единое окно доступа к информационным ресурсам                           | URL: <a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>                                      |
| Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) | URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>        |
| Поисковая система Академия Google (Google Scholar)   | URL: <a href="https://scholar.google.ru/">https://scholar.google.ru/</a>                            |
| Российская Государственная библиотека. Каталоги  | <a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a> |
| Российская национальная библиотека   | <a href="http://www.nlr.ru/">http://www.nlr.ru/</a>   |
| Государственная публичная научно-техническая библиотека России                                   | <a href="http://www.gpntb.ru/">http://www.gpntb.ru/</a>   |
| Public.Ru – публичная интернет-библиотека  | URL: <a href="http://www.public.ru/">http://www.public.ru/</a>                                      |
| Научная библиотека Санкт-Петербургского Государственного Университета                            | URL: <a href="http://www.lib.pu.ru/">http://www.lib.pu.ru/</a>                                      |
| Lib.students.ru – Студенческая библиотека  | <a href="http://www.lib.students.ru">http://www.lib.students.ru</a> .                               |
| Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова  | <a href="http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp">http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp</a>   |
| Университетская информационная система РОССИЯ  | <a href="https://uisrussia.msu.ru">https://uisrussia.msu.ru</a> .                                   |
| Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»                | <a href="https://dlib.eastview.com/">https://dlib.eastview.com/</a>                                 |
| Интегрированная среда разработки CodeWarrior Development Studio for S12(X) версии не ниже 5.0    | <a href="http://www.freescale.com/">http://www.freescale.com/</a>                                   |

## 9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

| Тип и название аудитории  | Оснащение аудитории  |
|---|--|
| Лекционная аудитория  | Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации  |
| Компьютерный класс  | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, программным обеспечением National Instruments LabView, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета |
| Программное обеспечение преподавателя   | Примеры моделей САУ с визуализацией для LabView  |
| Аудитории для самостоятельной работы: компьютерные классы; читальные залы библиотеки                | Персональные компьютеры с пакетом MS Office, выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета  |
| Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации | Аудитории кафедры электроники и микроэлектроники (ауд. 457,458,459,460).   |
| Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования                       | Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.  |