

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**

**АСУ технологическими объектами**

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 12.03.015 г. N 218.

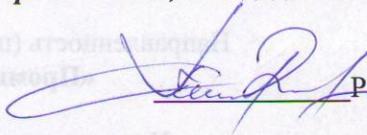
Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Электроники и микроэлектроники" 07 сентября 2017 г., (протокол № 1).

Зав. кафедрой  С.И. Лукьянов

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

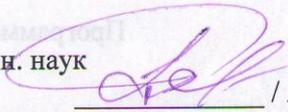
Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа разработана: **Пишнограевым Р.С.**, кандидатом технических наук, доцентом кафедры ЭиМЭ

 Р.С. Пишнограев

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 освоения дисциплины «АСУ технологическими объектами» является овладение студентами необходимым и достаточным уровнем профессиональных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», профиль подготовки «Электроника информационных и промышленных систем».

Цели дисциплины:

- Ознакомить студентов с основами теории автоматического управления, как теоретической и фундаментальной базой для построения современных систем автоматического управления и электронных схем управления в различных областях техники и управления.
- Обучить студентов осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных и представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий.
- Обучить студентов выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.

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

Дисциплина «АСУ технологическими объектами» относится к профессиональному циклу образовательной программы бакалавров по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника» и преподается на третьем курсе обучения в течение 6-го семестра. Изучение «АСУ технологическими объектами» базируется на дисциплинах естественнонаучных дисциплин, дисциплинах общепрофессиональной подготовки: «Физика», «Высшая математика», «Теоретические основы электротехники», «Информатика» в объёме учебной программы бакалавров по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

Знания, полученные в данной дисциплине, необходимы при изучении последующих дисциплин: «Автоматизированный электропривод», «Системы сбора, обработки и передачи информации», «Теория автоматического управления». Приобретённые навыки и знания могут быть полезны при дальнейшем обучении по программе магистров по направлению подготовки 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника».

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

В ходе изучения дисциплины «АСУ технологическими объектами» у студента формируются и развиваются следующие компетенции:

ОПК-6. 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. ПК-5. готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования

В результате освоения дисциплины «АСУ технологическими объектами» обучающийся должен обладать следующими компетенциями

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
---------------------------------	---------------------------------

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
ОПК-6. способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- основные характеристики типовых линейных передаточных звеньев;</li> <li>- способы соединения звеньев и расчёта эквивалентных передаточных функций САУ;</li> <li>- пороговый уровень;</li> <li>- цели и методы проверки САУ на устойчивость;</li> <li>- сведения, включённые в средний уровень;</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>- формировать отчёты о результатах моделирования и анализа.</li> <li>- средний уровень;</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 моделирования и анализа систем и процессов с использованием специализированного программного обеспечения.</li> </ul>
ПК-5. готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	
Знать	<ul style="list-style-type: none"> <li>- виды типовых воздействий и реакций системы автоматического управления (САУ) на них;</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>- сведения, включённые в средний уровень;</li> <li>- методы корректировки САУ;</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>- средний уровень;</li> </ul>

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения
	- выполнять синтез САУ с заданными качественными параметрами;
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками поиска информации в сети Интернет</li> <li>- пороговый уровень;</li> <li>- навыками описания систем с использованием математического аппарата теории автоматического управления.</li> <li>- навыками проектирования АСУ ТО</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 – 36,3 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								
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.		2	2		2	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для практических занятий	ОПК-6, ПК-5 – 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.		2	2		2	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для практических занятий	ОПК-6, ПК-5 – зув
Итого по разделу		4	4		4			
Раздел 2. Математическое описание линейных САУ								
Тема 3. Формы записи дифференциальных уравнений САУ и звеньев. Линеаризация САУ. Принцип суперпозиции.		2	2		2	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ОПК-6, ПК-5 – зув
Тема 4. Принципы разомкнутого управления, управления по возмущению, управления по отклонению, комбинированного управления.		2	2		2	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для практических занятий	ОПК-6, ПК-5 – 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.		8	8		4			ОПК-6, ПК-5 – зув
Тема 6. Функциональные устройства (сумматоры, логарифмические, экспоненциальные, ограничители и т.п.)		6	6		2			ОПК-6, ПК-5 – зув
Итого по разделу		14	14		10	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ОПК-6, ПК-5 – зув
Раздел 3. Устойчивость САУ						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		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.		4	4		2	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ОПК-6, ПК-5 – зув
Итого по разделу		8	8		4	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ОПК-6, ПК-5 – зув
Раздел 4. Качество САУ								
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.		4	4		1			
Тема 10. Определение качественных показателей САУ по АЧХ, по корням и полю-		2	2		1	Чтение литературы, подготовка к занятиям	Выполнение и описание заданий для лабораторных занятий	ОПК-6, ПК-5 – 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					12,3			
7. Итоговый контроль					4	Подготовка к итоговому контролю		
Итого за семестр		36	36		36,3			
Итого по дисциплине		36	36		36,3			

## 5 Образовательные и информационные технологии

В процессе преподавания дисциплины «АСУ технологическими объектами» применяется модульно-компетентностная технология. Лекции проходят в традиционной форме. На лекционных занятиях применяются элементы лекции-визуализации, за счет представления части лекционного материала на слайдах заранее подготовленных презентаций, с использованием мультимедийного оборудования.

Лекционный материал закрепляется на практических занятиях, в ходе которых выполняются индивидуальные задания по пройденной теме. Кроме того, практические занятия проводятся в виде семинаров, цель которых, максимально доступным путём (при помощи онлайн визуализации заранее подготовленных примеров) изложить необходимый учебный материал. На практических занятиях также применяются следующие методы обучения: метод контекстного обучения, метод работы в команде и метод case-study. Данные методы позволяют усвоить учебный материал путём выявления связей между конкретным знанием и его применением, а также посредством 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 позволяет: углубиться в учебный материал и проработать различные темы по дисциплине; подготовиться к практическим занятиям и итоговой аттестации; выполнить расчётно-графические работы.

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

## 6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

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

	материала; - подготовка к выполнению практических заданий;		ный опрос (собеседование).
5. <i>Итоговый контроль (РГР)</i>	- самостоятельное изучение литературных источников; - повторение лекционного материала; - выполнение задания расчётно-графической работы, подготовка к защите	12,3	Выполнение заданий расчётно-графической работы, защита РГР
6. <i>Итоговый контроль (экзамен)</i>	- самостоятельное изучение литературных источников; - 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:

$W_{РАЗ}(p)$  – 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.

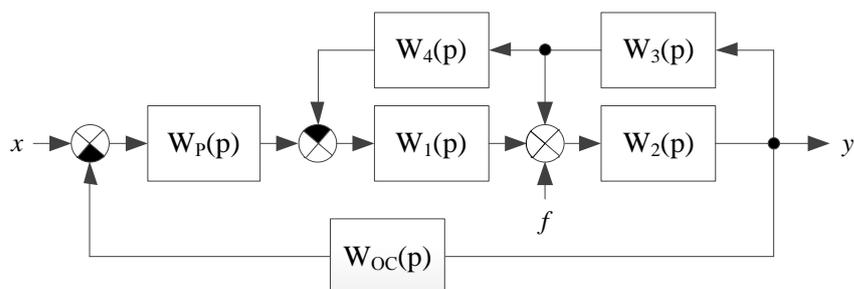


Рисунок 1 – Вариант 1 структурной схемы системы управления.

Таблица 1 – Параметры передаточных функций объекта управления

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

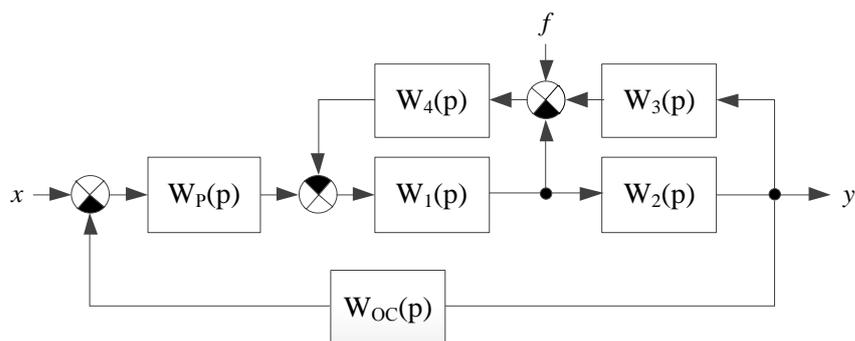


Рисунок 2 – Вариант 2 структурной схемы системы управления.

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

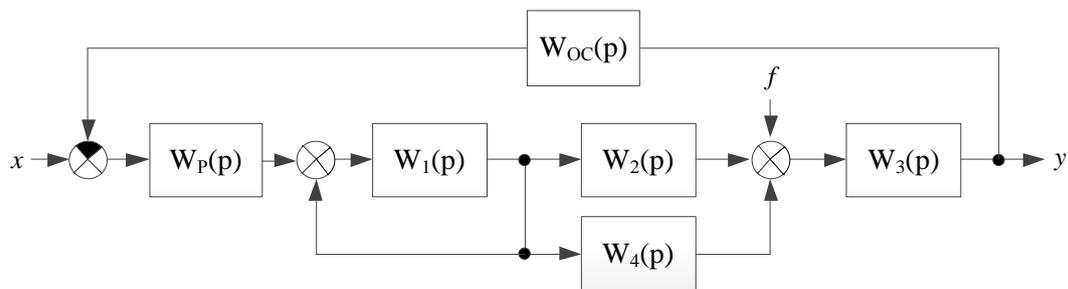


Рисунок 3 – Вариант 3 структурной схемы системы управления.

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	$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,01$	$K_2 = 15$ $\tau_2 = 0,01$	$K_3 = 3$ $\tau_3 = 0,02$	$K_4 = 5$
	2	$K_1 = 3$ $\tau_1 = 0,1$	$K_2 = 10$ $\tau_2 = 0,05$	$K_3 = 3$ $\tau_3 = 0,01$	$K_4 = 10$
	3	$K_1 = 49$ $\tau_1 = 0,4$	$K_2 = 30$ $\tau_2 = 0,02$	$K_3 = 2$ $\tau_3 = 0,005$	$K_4 = 20$
	4	$K_1 = 19$ $\tau_1 = 0,1$	$K_2 = 25$ $\tau_2 = 0,01$	$K_3 = 2$ $\tau_3 = 0,02$	$K_4 = 25$
	5	$K_1 = 99$ $\tau_1 = 0,5$	$K_2 = 40$ $\tau_2 = 0,01$	$K_3 = 1$ $\tau_3 = 0,01$	$K_4 = 40$
2		$\frac{K_1}{\tau_1 p + 1}$	$\frac{K_2}{p}$	$\frac{K_3}{\tau_3 p + 1}$	$K_4$
	1	$K_1 = 9$ $\tau_1 = 0,01$	$K_2 = 100$	$K_3 = 5000$ $\tau_3 = 0,001$	$K_4 = 0,1$
	2	$K_1 = 4$ $\tau_1 = 0,01$	$K_2 = 100$	$K_3 = 7000$ $\tau_3 = 0,002$	$K_4 = 0,2$
	3	$K_1 = 19$ $\tau_1 = 0,1$	$K_2 = 100$	$K_3 = 6000$ $\tau_3 = 0,005$	$K_4 = 0,5$
	4	$K_1 = 49$ $\tau_1 = 0,25$	$K_2 = 200$	$K_3 = 10000$ $\tau_3 = 0,001$	$K_4 = 1$
	5	$K_1 = 9$ $\tau_1 = 0,2$	$K_2 = 100$	$K_3 = 5000$ $\tau_3 = 0,002$	$K_4 = 2$

## 7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация имеет целью определить степень достижения запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) за определенный период обучения (семестр) и может проводиться в форме зачета, зачета с оценкой, экзамена, защиты курсового проекта (работы).

Данный раздел состоит из двух пунктов: а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания.

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

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций	
	Планируемый результат	Оценочные средства
ОПК-6. способность осуществлять поиск, хранение, обработку и анализ информации из различных источников и баз данных, представлять ее в требуемом формате с использованием информационных, компьютерных и сетевых технологий		
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>- 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> </ol>

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций	
	Планируемый результат	Оценочные средства
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>- средний уровень;</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <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> <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> <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> </ol>
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> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <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 по-</li> </ol>

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций	
	Планируемый результат	Оценочные средства
	- навыками описания систем с использованием математического аппарата теории автоматического управления;	<p>ложительной связью?</p> <p>37. В чем состоит отличие статической системы от астатической? Что такое статизм системы?</p> <p>38. В чем состоит физический смысл понятия устойчивости САУ?</p> <p>39. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием алгебраического критерия Гурвица?</p> <p>40. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием алгебраического критерия Рауса?</p> <p>41. В чем заключается методика определения устойчивости САУ с использованием частотного критерия Найквиста?</p> <p>42. В чем заключается методика анализа устойчивости САУ по логарифмическим частотным характеристикам?</p> <p>43. В чем состоят особенности алгебраических и частотных критериев устойчивости?</p>
ПК-5. готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования		
Знать	- качественные характеристики САУ и способы их определения; - методы корректировки САУ; - методы синтеза регуляторов;	<p>Каковы основные качественные показатели переходного процесса в САУ?</p> <p>Какие методы применяются для определения показателей качества переходного процесса в САУ?</p> <p>Каковы методики повышения качества САУ?</p> <p>Что такое астатизм САУ?</p> <p>Что такое коэффициенты ошибок и как они рассчитываются?</p>
Уметь	- выполнять синтез САУ с заданными качественными параметрами; - выполнять синтез регуляторов в аналоговом и цифровом (программном) виде. - формировать отчёты о результатах моделирования и	<p>Рассчитать коэффициенты ошибок объекта с передаточной функцией <math>W(p)</math>, охваченного 100%-ой ООС</p> $W(p) = \frac{60}{p(0.07p + 1) \cdot (0.01p + 1)}$ $W(p) = \frac{40}{p(0.03p + 1) \cdot (0.02p + 1)}$ $W(p) = \frac{40}{p(0.07p + 1) \cdot (0.01p + 1)}$

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций	
	Планируемый результат	Оценочные средства
	анализа;	
Владеть	- навыками моделирования и анализа систем и процессов с использованием специализированного программного обеспечения.	<p>Определить точность САУ в установившемся режиме</p> $W_{\text{раз}}(p) = \frac{100}{(0.07p + 1) \cdot (0.01p + 1) \cdot (0.05p + 1)}$ $W_{\text{раз}}(p) = \frac{100}{(0.07p + 1) \cdot (0.01p + 1) \cdot (0.1p + 1)}$ $W_{\text{зам}}(p) = \frac{100}{(0.07p + 1) \cdot (0.01p + 1) \cdot (0.1p + 1)}$

## **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 оценить степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме по экзаменационным билетам, каждый из которых включает 2 теоретических вопроса и одно практическое задание.

### **Показатели и критерии оценивания экзамена:**

– на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.

– на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.

– на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

– на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

## **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 Д-757-17 от 27.06.2017 Д-593-16 от 20.05.2016 Д-1421-15 от 13.07.2015	11.10.2021 27.07.2018 20.05.2017 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
Помещение для хранения и	Стеллажи, сейфы для хранения учебного

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
профилактического обслуживания учебного оборудования	оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.