

ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ПРИДНЕСТРОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМ. Т.Г. ШЕВЧЕНКО»

Рыбницкий филиал

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

УТВЕРЖДАЮ
Директор Рыбницкого филиала ПГУ им.
Т.Г. Шевченко
профессор  И.А. Павлинов
« 28 » 09 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

на 2021/2022 учебный год

Учебной дисциплины

«ТЕОРИЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ»

Направление подготовки:

2.15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Профиль подготовки

«Автоматизация технологических процессов и производств»

Квалификация выпускника

Бакалавр

Форма обучения:

Очная

Набор 2019 г.

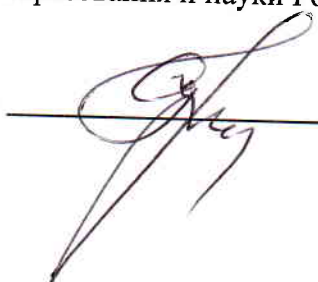
Рыбница 2021

Рабочая программа дисциплины «*Теория автоматического управления*»
/ сост. П.С. Цвинкайло. – Рыбница: ГОУ ВО «ПГУ им. Т.Г. Шевченко», 2021 – 16 с.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ПРЕДНАЗНАЧЕНА ДЛЯ ПРЕПОДАВАНИЯ
ДИСЦИПЛИНЫ БАЗОВОЙ ЧАСТИ БЛОКА Б.1.Б.14. ДИСЦИПЛИН (МОДУЛЕЙ)
СТУДЕНТАМ ОЧНОЙ ФОРМЫ ОБУЧЕНИЯ ПО НАПРАВЛЕНИЮ ПОДГОТОВКИ
2.15.03.04 – «АВТОМАТИЗАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И
ПРОИЗВОДСТВ».**

Рабочая программа составлена с учетом Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств», утвержденного приказом №200 Министерства образования и науки Российской Федерации от 15.03.15 г.

Составитель _____



П.С. Цвинкайло, ст. преподаватель

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Целью преподавания дисциплины «Теория автоматического управления» является приобретение студентами навыков по расчету и моделированию систем управления для использования в производственной деятельности, связанной с эксплуатацией, настройкой и разработкой настройкой и разработкой систем и устройств управления.

Задачами изучения дисциплины являются:

- изучение общих принципов построения и функционирования автоматических систем управления (САУ);
- усвоение основных методов анализа и синтеза САУ;
- обучение типовым моделями звеньев и систем управления;
- обучение основным свойствам динамических объектов (независимо от их физической природы);
- обучение методам исследования свойств динамических систем, методам синтеза систем автоматического регулирования.

Дисциплина состоит из 4 разделов:

Раздел 1. Основные понятия и определения. Основные понятия и определения теории автоматического управления (на примере системы стабилизации). Статические свойства систем автоматического управления (проблема точности). Роль обратной связи. Основные принципы автоматического управления: регулирование по отклонению и по возмущению. Физика процессов в замкнутых системах. Общая структура замкнутой САУ; примеры элементов. Классификация автоматических систем по принципу действия; по цели управления; по классу уравнений, описывающих систему; по характеру преобразования переменных в элементах системы; по характеру процессов в системе; по числу входных и выходных переменных. Примеры автоматических систем, области их применения

Раздел 2. Математические модели динамических систем. Математические модели вход-выход: дифференциальные уравнения (ДУ), передаточные функции (ПФ), операторные ПФ, частотные ПФ, коэффициенты передачи, временные характеристики. Связь между различными формами вход-выходного описания. Связь между входом и выходом системы во временной области: непосредственное решение ДУ, применение методов операционного исчисления, интеграл свертки. Весовая и переходная функции. Передаточные функции типовых соединений звеньев

Раздел 3. Методы анализа процессов в динамических системах. Устойчивость состояния равновесия линейной системы: основные определения. Суждение об устойчивости линейной системы по корням ее характеристического полинома (ХП) (собственным значениям матрицы системы); основные теоремы. Теоремы 1-го метода Ляпунова. Суждение об устойчивости по коэффициентам ХП: алгебраические критерии устойчивости Гурвица, Рауса. Критерий устойчивости Найквиста и его логарифмическая форма.

Раздел 4. Методы синтеза систем автоматического управления. Основные этапы синтеза САУ. Методики синтеза в частотной области. Общая характеристика аналитических методов синтеза САУ. Последовательная коррекция САУ: методы, типовые корректирующие звенья (П-, ПД-, ПИ- и ПИД-законы управления), методика синтеза по ЛАХ. Параллельная коррекция САУ: метод синтеза. Гибкие и жесткие обратные связи, их влияние на качество системы.

2. Место дисциплины в структуре ООП ВО

Место дисциплины в структуре основной образовательной программы (ООП).

Дисциплина относится к базовой части блока Б.1.Б.14. «Дисциплины (модули)» ФГОС ВО по направлению подготовки 15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств.

Успешное изучение дисциплины «Теория автоматического управления» предполагает предварительное знакомство студентов со следующими дисциплинами: «Высшая математика», «Физика», «Электроника», «Схемотехника», «Программирование» (пакеты прикладных программ для моделирования динамических систем).

Знания, полученные при освоении ТАУ, необходимы для изучения дисциплин: «Электроника электропривода», «Электронные промышленные устройства», «Математическое моделирование элементов электронной техники», а также при выполнении бакалаврской выпускной квалификационной работы.

3. Требования к результатам освоения дисциплины

Изучение дисциплины направлено на формирование следующих компетенций:

Код компетенции	Формулировка компетенции
Общекультурные компетенции (ОК)	
ОК-5	Способностью к самоорганизации и самообразованию
Профессиональные компетенции (ПК)	
ПК-5	Способностью участвовать в разработке (на основе действующих стандартов и другой нормативной документации) проектной и рабочей технической документации в области автоматизации технологических процессов и производств, их эксплуатационному обслуживанию, управлению жизненным циклом продукции и ее качеством, в мероприятиях по контролю соответствия разрабатываемых проектов и технической документации действующим стандартам, техническим условиям и другим нормативным документам
ПК-6	Способностью проводить диагностику состояния и динамики производственных объектов производств с использованием необходимых методов и средств анализа
ПК-8	Способностью выполнять работы по автоматизации технологических процессов и производств, их обеспечению средствами автоматизации и управления, готовностью использовать современные методы и средства автоматизации, контроля, диагностики, испытаний и управления процессами, жизненным циклом продукции и ее качеством

В результате освоения дисциплины студент должен:

3.1. Знать:

- основные принципы и законы функционирования автоматических систем управления;
- способы математического описания САУ;
- частотные и алгебраические методы исследования автоматических систем;
- виды нелинейных систем;
- способы коррекции свойств замкнутых систем ;
- формы представления математических моделей объектов и систем;
- методы анализа фундаментальных свойств процессов и систем управления,
- основные принципы управления, методы синтеза систем управления.

3.2. Уметь:

- составлять математические модели;
- использовать основные методы анализа САУ во временной и частотной областях;
- анализировать устойчивость и качество САУ;

- использовать современные средства вычислительной техники для решения задач автоматического управления.
- применять методы получения математических моделей объектов;
- формулировать требования к свойствам систем;
- проводить сравнительный анализ свойств динамических систем;
- проверять устойчивость систем;
- проводить расчет корректирующих звеньев для обеспечения заданных свойств систем автоматического управления.

3.3. Владеть:

- методами составления математических моделей САУ;
- навыками применения методов математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования;
- методами исследования систем автоматического управления;
- методами синтеза систем управления.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Распределение трудоемкости в з.е./часах по видам аудиторной и самостоятельной работы студентов по семестрам

Семестр	Трудоемкость, з.е./часы	Количество часов					Форма итогового контроля
		В том числе					
		Аудиторных				Самост. работы	
		Всего	Лекций	Лаб. раб.	Практич. зан.		
V	2/72	72	18	18	–	36	–
VI	2/72	72	18	18	–	36	Экзамен
Итого:	4/144	144	36	36	–	72	

4.2 Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины

№ раздела	Наименование разделов	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеауд. работа (СР)
			Л	ПЗ	ЛР	
1	Статические свойства систем автоматического управления	26	6	–	2	18
2	Математические модели динамических систем	38	10	–	10	18
3	Методы анализа процессов в динамических системах	40	10	–	12	18
4	Методы синтеза систем автоматического управления	40	10	–	12	18
Итого:		144	36	–	36	72

4.3. Тематический план по видам учебной деятельности

Лекции

№ п/п	Номер раздела	Объем часов	Тема лекции	Учебно-наглядные
-------	---------------	-------------	-------------	------------------

	дисциплины			пособия
	1	6	Статические свойства систем автоматического управления	
1		2	Общая характеристика объектов и систем автоматического управления Основные понятия, и общие сведения о системах управления	Интерактивная презентация, метод пособия
2		2	Дискретизация сигнала. Виды квантования. Импульсные САУ. Релейные САУ. Цифровые САУ. Классификация импульсных элементов. Примеры дискретных САУ.	Интерактивная презентация, метод пособия
3		2	Статические свойства систем автоматического управления (проблема точности). Роль обратной связи. Основные принципы автоматического управления: регулирование по отклонению и по возмущению. Физика процессов в замкнутых системах. Общая структура замкнутой САУ	Интерактивная презентация, метод пособия
4	2	10	Математические модели динамических систем	
5		2	Математическое описание линейных САУ. Математические модели вход-выход.	Интерактивная презентация, метод пособия
6		2	Статические характеристики. Статическое и астатическое регулирование	Интерактивная презентация, метод пособия
7		2	Динамические характеристики САУ. Частотные характеристики	Интерактивная презентация, метод пособия
8		2	Передаточные функции типовых соединений звеньев.	Интерактивная презентация, метод пособия
9		2	Структурные схемы САУ. Правила преобразования структурных схем.	Интерактивная презентация, метод пособия
10	3	10	Методы анализа процессов в динамических системах	
11		2	Устойчивость состояния равновесия линейной системы.	Интерактивная презентация, метод пособия
11		2	Типовые динамические звенья	Интерактивная презентация, метод пособия
12		2	Динамические звенья и временные характеристики	Интерактивная презентация, метод пособия
13		2	Элементарные звенья САУ.	Интерактивная презентация, метод пособия
14		2	Соединения (комбинации) звеньев	Интерактивная презентация, метод пособия
15	4	10	Методы синтеза систем автоматического управления	
16		2	Основные этапы синтеза САУ.	Интерактивная презентация, метод пособия
17		2	Типовые корректирующие звенья (П-, ПД-, ПИ- и ПИД - законы управления)	Интерактивная презентация, метод пособия

18		2	Методика синтеза по ЛАХ.	Интерактивная презентация, метод пособия
		2	Параллельная коррекция САУ: метод синтеза.	Интерактивная презентация, метод пособия
199		2	Гибкие и жесткие обратные связи, их влияние на качество системы.	Интерактивная презентация, метод пособия
Итого:		36		

Практические (семинарские) занятия (учебным планом не предусмотрены)

Лабораторные работы

№ п/п	Номер раздела дисциплины	Объем часов	Тема лабораторного занятия	Учебно-наглядные пособия
1	1	2	Статические свойства систем автоматического управления	
2		2	ЛР №1 Структурное представление систем управления;	ЭММ*
3	2	10	Математические модели динамических систем	
4		2	ЛР №2 Типовые динамические звенья.	ЭММ*
5		2	ЛР №3 Устойчивость систем автоматического управления	ЭММ*
6		2	ЛР №4 Исследование разомкнутой линейной системы	ЭММ*
7		2	ЛР №5 Проектирование регулятора для линейной системы	ЭММ*
8		2	ЛР №6 Определение статической точности систем	ЭММ*
9	3	12	Методы анализа процессов в динамических системах	
10		2	ЛР №7 Моделирование нелинейных систем управления	ЭММ*
11		2	ЛР №8 Программирование в среде Matlab	ЭММ*
12		2	ЛР №9 Определение точности системы при случайном входном воздействии	ЭММ*
13		2	ЛР №10 Определение косвенных частотных показателей качества (показателя колебательности, запасов устойчивости)	ЭММ*
14		2	ЛР №11 Построение эталонных передаточных функций	ЭММ*
15		2	ЛР №12	ЭММ*
16	4	12	Методы синтеза систем автоматического управления	
17		2	ЛР №13 Расчет регулирующего устройства в виде обратных связей по выходной величине объекта	ЭММ*
18		2	ЛР №14 Расчет последовательного корректирующего устройства по ЛАЧХ	ЭММ*
19		2	ЛР №15 Моделирование релейных систем автоматического регулирования	ЭММ*
20		2	ЛР №16 Моделирование оптимальной системы управления (метод синтеза – классическое исчисление)	ЭММ*
21		2	ЛР №17 Оптимизация нелинейных систем	ЭММ*

22		2	ЛР №18 Цифровая реализация непрерывного регулятора	ЭММ*
Итого:		36		

*—электронный методический материал

Самостоятельная работа студента

Раздел дисциплины	№ п/п	Тема и вид СРС	Трудоемкость (в часах)
1		Статические свойства систем автоматического управления	18
	1	Вид СРС 1 «Работа с литературой». Управляющие и возмущающие воздействия. Принципы управления. Принципы классификации САУ. Типовые динамические звенья и их передаточные функции. Реакция типовых звеньев на типовые воздействия.	4
	2	Вид СРС 2 «Работа с литературой». Понятие о не минимально - фазовых звеньях. Передаточные функции при последовательном, параллельном и встречно-параллельном соединении звеньев. Понятие структурных схем. Преобразование структурных схем.	4
	3	Вид СРС 3 «Работа с литературой». Понятие частотной характеристики. Физический смысл частотных характеристик. Экспериментальное определение частотных характеристик. Переход от передаточных функций к частотным характеристикам. Амплитудно-фазовая частотная характеристика (АФЧХ). Изображение АФЧХ на координатной плоскости комплексной переменной. АФЧХ типовых звеньев. АФЧХ совокупности звеньев. Вещественные и мнимые частотные характеристики. Амплитудно-частотная характеристика (АЧХ). Фазовая частотная характеристика (ФЧХ). АЧХ и ФЧХ типовых звеньев. АЧХ и ФЧХ совокупности звеньев.	6
	4	Вид СРС 4 «Работа с литературой». Понятие логарифмических частотных характеристик (ЛАХ). Логарифмические амплитудно-частотные (ЛАХ) и фазовые частотные (ФЧХ) характеристики типовых звеньев. ЛАХ и ЛФХ совокупности звеньев. Порядок построения ЛАХ для систем с произвольной структурой.	4
2		Математические модели динамических систем	18
	5	Вид СРС 7 «Работа с литературой». Понятие анализа САУ. Понятие устойчивости. Общая постановка задачи устойчивости по Ляпунову. Понятие характеристического уравнения. Необходимые и достаточные условия устойчивости для линейных систем. Критерии оценки устойчивости. Алгебраические критерии: Гурвица, схема Рауса. Частотные критерии: Найквиста, Михайлова. Оценка устойчивости по ЛЧХ. Запасы устойчивости. Устойчивость систем с запаздыванием. Устойчивость нестационарных систем. Структурная устойчивость.	6
	6	Вид СРС 8 «Работа с литературой». Определение нелинейных систем. Искусственные и естественные нелинейности. Математические модели нелинейных систем. Типовые нелинейные звенья. Системы нелинейных дифференциальных уравнений. Структурные схемы нелинейных систем. Особенности динамики нелинейных систем. Устойчивость нелинейных систем. Автоколебания в нелинейных САУ. Методы анализа нелинейных	6

		САУ. Понятие линеаризации.	
	7	Вид СРС 9 «Работа с литературой». Функции, выполняемые САУ. Системное проектирование САУ. Классификация САУ. Понятие синтеза САУ. Закон управления. Понятие регулятора. Элементы регуляторов. Параллельная, последовательная коррекция. Цель и способы введения интеграла в закон управления. Цель и способы введения производных в закон управления. Принципы построения систем управления положением. Классификация систем управления положением. Позиционные системы. Типовые схемы построения позиционных систем. Критерии оценки качества позиционных систем. Способы реализации требуемой траектории механизма. Параболический регулятор положения.	4
	8	Вид СРС 10 «Работа с литературой». Проблемы управления нестационарными объектами и объектами функционирующими в условиях возмущений, изменяющихся в широком диапазоне. Принципы построения адаптивных систем. Классификация адаптивных систем. Поисковые адаптивные системы. Принципы организации поиска заданного режима функционирования в поисковой системе. Беспойсковые адаптивные системы. Методы идентификации динамических характеристик в беспойсковых системах управления. Идентификаторы состояния в частотной и временной областях.	2
3		Методы анализа процессов в динамических системах	18
	9	Вид СРС 12 «Работа с литературой». Понятие цифровой системы. Предпосылки внедрения в практику цифровых систем. Функциональные схемы цифровых систем автоматического управления. Микропроцессор как звено системы автоматического управления. Задачи, решаемые ЦВМ в системах автоматического управления. Преимущества и недостатки цифровых систем управления. Иерархические системы автоматического управления (САУ) технологическими процессами и оборудованием. Классификация дискретных систем. Виды и формы сигналов. Преобразование непрерывных сигналов в дискретные.	6
	10	Вид СРС 13 «Работа с литературой». Математические модели дискретных сигналов. Виды модуляции. Конечные разности. Конечные суммы решетчатых функций. Разностные уравнения. Расчетные схемы дискретных САУ (ДСАУ) и способы математического описания их типовых элементов. Модели типа вход-выход. Понятие передаточной функции в области Z .	4
	11	Вид СРС 14 «Работа с литературой». Логарифмические частотные характеристики дискретных систем (ЛЧХ). Точное и приближенное построение ЛЧХ. Уравнения состояния дискретных систем. Переходные уравнения состояния. Связь уравнения состояния и передаточной функции.	4
	12	Вид СРС 15 «Работа с литературой». Анализ во временной области. Сравнение временных характеристик непрерывных и дискретных систем. Связь между временной характеристикой и положением корней на S и Z плоскостях. Анализ установившейся ошибки ЦСУ.	4
3		Методы синтеза процессов в динамических системах	18
	13	Вид СРС 12 «Работа с литературой». Функция распределения. Плотность вероятности. Математическое ожидание. Дисперсия.	4

		Среднеквадратичное отклонение.	
	14	Вид СРС 13 «Работа с литературой». Реализация случайного процесса. Сечение случайного процесса. Одномерные и многомерные функции распределения. Одномерные и многомерные плотности вероятности. Случайный процесс типа "белый шум". Математическое ожидание. Стационарные случайные процессы. Корреляционные функции случайных процессов. Стационарность в широком и узком смысле. Свойства корреляционных функций. Спектральные плотности случайных процессов. Свойства спектральной плотности.	4
	15	Вид СРС 14 «Работа с литературой». Определение корреляционной функции на выходе линейной системы. Связь между спектральными плотностями входного и выходного стационарных случайных процессов. Определение корреляционной функции и спектральной плотности для двух взаимосвязанных стационарных случайных процессов. Расчет линейной системы при случайных воздействиях. Аналитический метод определения средней квадратической ошибки. Определение средней квадратической ошибки при случайных и регулярных воздействиях.	6
	16	Вид СРС 15 «Работа с литературой». Постановка задачи синтеза. Синтез линейной САУ при заданной структуре системы. Синтез линейной САУ при произвольной структуре системы.	4
Итого:			72

5. Примерная тематика курсовых работ (учебным планом не предусмотрена)

6. Темы контрольных работ:

Выполнение контрольных работ производится по вариантам, в соответствии с исходными данными, приведенными в таблице 1.

Анализ и расчет систем управления с обратной связью теснейшим образом связаны с динамикой. Каждый элемент в системе должен рассматриваться как динамический, причем его динамические характеристики задаются либо численно, либо графически, либо в форме уравнения. Довольно часто динамику элементов систем автоматического управления удастся описать линейными дифференциальными уравнениями с постоянными коэффициентами. В этом случае работа системы может анализироваться посредством хорошо развитого аппарата линейной теории следящих систем.

Фактически можно утверждать, что не существует полностью линейных физических систем или, наоборот, что все физические системы нелинейные. Хорошо известно, что анализ и расчеты, выполненные на основе линейной теории, позволяют создавать совершенные устройства, фактическая работа которых в большой степени согласуется с данными, полученными из линейных расчетов.

С другой стороны, для инженера-автоматчика все более очевидно, что ограничение аппарата анализа методами линейной теории не дает удовлетворительного результата в случае высококачественных систем, предназначенных для работы в широком диапазоне рабочих условий.

Линейная теория часто полезна на стадии начального изучения; распространенной является практика, при которой предварительный анализ и расчет проводятся в линейном плане, а в процессе уточненного расчета рассматривается влияние существенных нелинейностей.

Задание на анализ и расчет нелинейных систем автоматического управления (САУ)

1. Составить структурно – функциональную схему нелинейной САУ температуры теплоносителя в сушильной камере.
2. Разработать математические модели элементов нелинейной САУ температуры теплоносителя в сушильной камере.

3. Составить структурно – математическую схему нелинейной САУ температуры теплоносителя в сушильной камере.
4. Оценить качественные показатели регулирования нелинейной САУ температуры в сушильной камере.
5. Исследовать устойчивость нелинейной САУ температуры в сушильной камере.

Исходные данные для анализа качества регулирования и устойчивости нелинейной САУ температуры в сушильной камере

В таблице представлены исходные данные для построения кривой переходного процесса и фазового портрета САУ:

Расчётный показатель		Расшифровка показателя
Значение	Ед. измерения	
Θ_{zt}	°С	Заданное значение температуры теплоносителя;
k_o	°С /рад.	Коэффициент усиления объекта регулирования;
T_o	°С	Постоянная времени объекта регулирования;
$K_{зт}$	Ом/ °С	Коэффициент усиления задатчика температуры;
$k_{дт}$	Ом/ °С	Коэффициент усиления датчика температуры;
$k_{мс}$	В/Ом	Коэффициент усиления мостовой схемы измерения;
$k_{рт}$	(Ав)*/ °С	Коэффициент усиления регулятора температуры;
k_d	рад/(В*с)	Коэффициент усиления двигателя постоянного тока;
i	–	Передаточное отношение редуктора;
$k_{уос}$	(Ав)*/рад	Коэффициент усиления цепи обратной связи;
aw_{cp}	(Ав)	Среднее значение ампер-витков срабатывания реле;
U_{max}	В	Максимальное значение напряжения на выходе релейного регулятора;
ε	–	Заданная точность решения системы дифференциальных уравнений.

*–ампер витки

Исходные данные для выполнения курсовых работ

Таблица –1

№ варианта Исх. данные	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$\Theta_{zb}, \text{град.С}$	175	120	150	200	180	50	140	80	250	100
$k_o, \text{град.С/рад}$	10	15	20	25	30	5	5	12	18	8
$T_o, \text{с}$	10	5	10	15	20	10	8	12	12	2
$K_{зт}, \text{ом/градС}$	2	1	1,7	1,1	1,5	1	1,5	1,13	1	1,2
$k_{дт}, \text{ом/градС}$	0,23	0,3	0,4	0,5	0,35	0,1	0,6	0,25	0,2	0,15
$k_{мс}, \text{В/ом}$	0,1	0,01	0,04	0,05	0,01	0,06	0,04	0,05	0,1	0,09
$k_{рт}, \text{А-в/град}$	0,2	0,15	0,1	0,2	0,25	0,35	0,6	0,2	0,3	0,7
$k_d, \text{рад/(В*с)}$	2	1	3	4	2,5	1,5	3,5	3,5	5	5,5
i	800	700	900	500	1000	1200	1100	750	850	950
$k_{уос}, \text{А-в/рад}$	0,36	0,015	0,065	0,16	0,08	0,095	0,109	0,105	0,443	0,544
$aw_{cp}, \text{А-в}$	0,4	0,1	0,5	0,6	0,6	0,5	0,4	0,2	0,5	0,3
$U_{max}, \text{В}$	100	110	120	130	125	100	110	120	130	125
ε	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,003	0,004	0,002	0,01

6. Образовательные технологии

Занятия проводятся в комбинированном формате.

В соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки реализация компетентного подхода предусматривает широкое использование в учебном процессе

активных и интерактивных форм проведения занятий (компьютерных симуляций, деловых и ролевых игр, разбор конкретных ситуаций, психологические и иные тренинги) в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. В рамках учебного курса предусмотрены встречи с профессорско-преподавательским составом Брянского государственного технического университета, генеральным директором ОАО «ММЗ», ОАО «РЦК» мастер-классы с руководителями проектных отделов и бюро указанных предприятий.

Для достижения планируемых результатов освоения дисциплины при проведении практических занятий, лабораторных работ и чтения лекций применяется ряд образовательных технологий, кроме указанных в таблице:

- Метод проблемного обучения (лекции, практические занятия)
- Обучение на основе опыта (лекции, практические занятия)
- Опережающая самостоятельная работа (самостоятельная работа студентов)

Семестр	Вид занятия (Л, ПР, ЛР)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Количество часов
V	Л	Лекция-визуализация (темы из разделов 1, 2)	4
VI	ЛР	IT-методы, Case-study	6
Итого:			10

7. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для оценки качества усвоения курса используются следующие формы контроля:

- **текущий** – контроль выполнения лабораторных заданий;
- **рубежный** – тестирование
- **итоговый** осуществляется посредством экзамена.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется с помощью ответов на практических занятиях, консультациях, ответов на тестирование.

7.1 Примеры контрольных вопросов

1. Импульсные системы автоматического регулирования. Виды импульсной модуляции.
2. Математическое описание импульсных систем. Применение непрерывной модели для системы с ШИМ-модуляцией.
3. Математическое описание импульсных систем. Этапы построения математической модели линейной системы с АИМ.
4. Разностные уравнения, дискретное преобразование Лапласа, Z-преобразование.
5. Передаточные функции импульсной системы в форме Z-преобразования.
6. Частотные свойства импульсных сигналов и устройств.
7. Устойчивость импульсных систем.
8. Применение теории импульсных систем к цифровым системам.
9. Дискретное представление типовых законов регулирования.
10. Синтез импульсных систем.
11. Нелинейные системы автоматического регулирования. Виды нелинейностей. Существенные и несущественные нелинейности.
12. Статические режимы нелинейных систем. Последовательное, параллельное и соединение в виде ОС статических нелинейностей.
13. Особенности стационарных режимов нелинейных систем при случайных воздействиях.
14. Устойчивость нелинейных систем. Методы А.М. Ляпунова определения устойчивости.

15. Критерий абсолютной устойчивости нелинейных систем В.М. Попова.
16. Применение критерия абсолютной устойчивости В.М. Попова к системам с неустойчивой или нейтральной линейной частью.
17. Релейные системы автоматического управления. Процесс регулирования в релейной системе со статической линейной частью.
18. Релейные системы автоматического управления. Процесс регулирования в релейной системе с астатической (первого порядка) линейной частью.
19. Релейные системы автоматического управления. Процесс регулирования в релейной системе с астатической (второго порядка) линейной частью.
20. Анализ автоколебаний в нелинейных системах методом гармонической линеаризации.
21. Скользящие режимы в релейных системах.
22. Ограничение сигналов в системах автоматического регулирования.
- Организация и моделирование ограничений.
23. Классификация задач оптимизации динамических режимов САР.
24. Уравнение Эйлера.
25. Уравнения Эйлера-Лагранжа.
26. Задача с закрепленными концами и фиксированным временем.

7.2 Примеры тестовых заданий

Задание №1

- 1 В системе автоматического регулирования температуры движков утюга, регулирующий режимы глажения является ...
 - 1 элементом сравнения
 - 2 задающим элементом
 - 3 чувствительным элементом
 - 4 регулятором
- 2 Система, содержащая элемент, выходной сигнал которого в каждый момент времени равен произведению его входных сигналов, называется ...
 - 1 линейной
 - 2 цифровой
 - 3 дискретной
 - 4 нелинейной
- 3 Если процессы в системе управления слабо зависят от параметров объекта управления, то такую систему называют...
 - 1 астатической
 - 2 устойчивой
 - 3 нейтральной
 - 4 грубой (робастной)
- 4 Выбор состава и параметров информационно-измерительных элементов системы автоматического управления является частью...
 - 1 задачи синтеза
 - 2 прямой задачи управления
 - 3 задачи коррекции
 - 4 обратной задачи управления
- 5 Экспериментально получена реакция системы $y(t)$ на единичный входной импульс. Для определения переходной характеристики $h(t)$ системы необходимо...
 - 1 выделить в $y(t)$ периодическую составляющую

- 2 вычислить первообразную $y(t)$
- 3 разложить $y(t)$ в ряд Фурье
- 4 4- разложить $y(t)$ в ряд Тейлора

6 Если задан характеристический многочлен системы и известны начальные значения выходной координаты и её производных, то можно найти...

- 1 частотные характеристики системы
- 2 вынужденное движение системы
- 3 переходную характеристику системы
- 4 свободное движение системы

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

8.1. Основная литература

1. Бесекерский В.А. Попов Е.И. «Теория систем автоматического регулирования». Издание 3-е исправленное, издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, – М., 2015 г., 768стр.
2. Коновалов Б. И. Теория автоматического управления: учебное пособие / Б. И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 5-е изд. стер. - Санкт-Петербург: Лань, 2020. - 220
3. Бесекерский В.А. Попов Е.И. «Теория систем автоматического управления». Издательство 4-е переработанное и дополненное. – СПб, Издательство «Профессия», 2016 г., 752 стр.
4. Ротач, В.Я. Теория автоматического управления: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / В. Я. Ротач. - 5-е изд., стер. - М. : Изд-во Моск. энергет. ин-та, 2013. - 400 с.
5. Теория автоматического управления: учеб. : доп. Мин. обр. РФ / под ред. В. Б. Яковлева. - 5-е изд., стер. - М. : Высш. шк., 2017. - 568 с.
6. Юревич, Е.И. Теория автоматического управления: учеб.: рек. Мин. обр. РФ / Е.И. Юревич. - 5-е изд. - СПб. : БХВ-Петербург, 2012. - 540 с.

8.2. Дополнительная литература:

1. Коновалов, Б.И. Теория автоматического управления: учеб. пособие : рек. УМО / Б.И. Коновалов, Ю. М. Лебедев. - 3-е изд., доп. и перераб. - СПб. : Лань, 2010. - 220 с.
2. Рыбалев, А.Н. Теория автоматического управления: курсовое проектирование: учеб.пособие / А.Н. Рыбалев; АмГУ, Эн.ф. - Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2004. - 144 с.
3. Рыбалев, А.Н. Теория автоматического управления. Оптимальные системы: учеб, пособие / А. Н. Рыбалев; АмГУ, Эн.ф.- Благовещенск: Изд-во Амур. гос. ун-та, 2016-104 с.
4. Востриков, А.С., Теория автоматического регулирования: учеб, пособие: рек. УМО /А.С. Востриков, Г.А. Французова. - 2-е изд., стер. - М.: Высш. шк.2016. -365 с.

8.3. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы

Программное обеспечение:

1. ОС Microsoft Windows 2000, Microsoft Windows XP;
2. MS Office (Word, PowerPoint);
3. Математический пакет Matlab, The Math Works, Inc, версия 6.5.0.180913a (R13) и новее.

Интернет-ресурсы:

1. www.edu.ru - Российское образование. Федеральный портал
2. www.exponenta.ru - Образовательный математический сайт.
3. www.toehelp.ru - Электронный курс лекций по теории автоматического управления
4. www.novtex.ru - Ежемесячный научно-технический и производственный журнал "МЕХАТРОНИКА, АВТОМАТИЗАЦИЯ, УПРАВЛЕНИЕ"

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

- компьютерный класс;
- специализированная аудитория для проведения практических занятий по электромеханическим и измерительным устройствам;
- учебные аудитории, читальный зал и абонемент филиала.

Используемая техника:

- мультимедийный проектор;
- экран;
- компьютер;
- канал Интернет;

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Рабочая программа по дисциплине «Теория автоматического управления» составлена в соответствии с требованиями Федерального Государственного образовательного стандарта ВО по направлению подготовки 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств» и учебного плана по профилю подготовки «Автоматизация технологических процессов и производств».

11. Технологическая карта дисциплины

Курс III, группа РФ19ВР62АТП семестр V, VI

Преподаватель – Цвинкайло П.С.

Преподаватель, ведущий практические занятия Цвинкайло П.С.

Кафедра «Автоматизация технологических процессов и производств»

Весовой коэффициент дисциплины в совокупной рейтинговой оценке, рассчитываемой по всем дисциплинам (если введена модульно-рейтинговая система)

Модульно-рейтинговая система введена

Наименование дисциплины / курса	Уровень//ступень образования (бакалавриат, специалитет, магистратура)	Статус дисциплины в рабочем учебном плане (А, Б, В, Г) (если введена модульно-рейтинговая система)	Количество зачетных единиц / кредитов	
Теория автоматического управления	бакалавриат	Б	5	
Смежные дисциплины по учебному плану (перечислить):				
Технические средства автоматизации, средства автоматического проектирования, теоретическая механика, прикладная механика				
ВВОДНЫЙ МОДУЛЬ				
(входной рейтинг-контроль, проверка «остаточных» знаний по смежным дисциплинам)				
Тема, задание или мероприятие входного контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Средства автоматизации технологических процессов	Опрос	аудиторная	2	5
Средства автоматического проектирования	Опрос	аудиторная	2	5
Итого:			4	10
БАЗОВЫЙ МОДУЛЬ				
(проверка знаний и умений по дисциплине)				

Тема, задание или мероприятие текущего контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Темы разделов №1–2	Тестирование	Аудиторная	10	20
Выполнение лабораторных работ	ЛР№1	Аудиторная	4	8
Выполнение лабораторных работ	ЛР№2	Аудиторная	4	8
Выполнение лабораторных работ	ЛР№3	Аудиторная	4	8
Темы разделов №3–4	Тестирование	Аудиторная	10	20
Выполнение лабораторных работ	ЛР№4	Аудиторная	4	8
Выполнение лабораторных работ	ЛР№5	Аудиторная	6	12
Выполнение лабораторных работ	ЛР№6	Аудиторная	4	12
Выполнение лабораторных работ	ЛР№7	Аудиторная	4	12
Итого:			46	90
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ МОДУЛЬ				
Тема, задание или мероприятие дополнительного контроля	Виды текущей аттестации	Аудиторная или внеаудиторная	Минимальное количество баллов	Максимальное количество баллов
Или				
Итого максимум:			50	100

Необходимый минимум для получения итоговой оценки или допуска к промежуточной аттестации 50 балла (

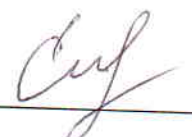
Дополнительные требования для студентов, отсутствующих на занятиях по уважительной причине:

- Устное собеседование
- Обязательное выполнение контрольной работы
- Тестирование

Составитель  /Цвинкайло Петр Станиславович, ст. преподаватель

Зав. кафедрой  / Федоров Владимир Евгеньевич, доцент.

Согласовано:
Директор Рыбницкого филиала ПГУ им.
Т.Г.Шевченко
профессор

 Павлинов Игорь Алексеевич