

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Комсомольский-на-Амуре государственный университет»  
Кафедра «Системы автоматизированного проектирования»

60569

УТВЕРЖДАЮ  
Первый проректор  
И.В. Макурин  
«24» 2017 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины «Управление техническими системами»  
основной профессиональной образовательной программы  
подготовки бакалавров  
по направлению **15.03.01 «Машиностроение»**  
профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

Форма обучения	<u>Заочная</u>
Технология обучения	<u>Традиционная</u>

Комсомольск-на-Амуре 2017

Автор рабочей программы  
к.т.н., доцент

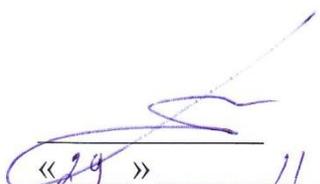
  
В.В. Куриный  
« 28 » 11 2016 г.

СОГЛАСОВАНО

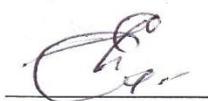
Директор библиотеки

  
И.А. Романовская  
« 12 » 12 2016 г.

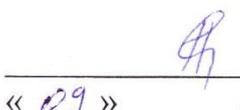
Заведующий выпускающей кафедрой  
«Машиностроения и металлургии»

  
П.В. Бахматов  
« 29 » 11 2016 г.

/ Декан факультета ФЗДО

  
Семибратова М.В.  
« 05 » 12 2016 г.

Начальник учебно-методического  
управления

  
Е.Е. Поздеева  
« 09 » 12 2016 г.

## Введение

Рабочая программа дисциплины «Управление техническими системами» составлена в соответствии требованиями федерального государственного образовательного стандарта, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 03.09.2015 N 957, и образовательной программы подготовки бакалавров по направлению 15.03.01 «Машиностроение», профиль «Оборудование и технология сварочного производства»

### 1 Аннотация дисциплины

Наименование дисциплины	Управление техническими системами							
Цель дисциплины	Формирование знаний, умений и навыков в управлении техническими системами							
Задачи дисциплины	- сформировать основные понятия и определения дисциплины; - изучить цели и задачи автоматического управления ТП; - изучить типы и классификацию систем автоматического управления (САУ); - изучить преимущества и достоинства использования автоматизации ТП; - научить видеть и формулировать проблему; - научить анализировать и решать конкретную задачу; - научить самостоятельно конструировать объект из известных элементов на основе общих ориентирующих показателей; - научить проводить самостоятельно выбор модели описания физического явления							
Основные разделы дисциплины	Основные термины и определения ТАУ Характеристики и модели элементов и систем Качество процессов управления Настройка регуляторов Средства автоматизации и управления, где описываются основные методы измерения и средства автоматизации, используемые в сварочном производстве; Современные системы управления производством, где вкратце перечислены основные аспекты построения АСУ ТП							
Общая трудоемкость дисциплины	53.е./ 180 академических часов							
		Аудиторная нагрузка, ч				СРС, ч	Промежуточная аттестация, ч	Всего за семестр, ч
	Семестр	Лекции	Пр. занятия	Лаб. работы	Курсовое проектирование			
7 семестр	6	4	6	-	155	9	180	
ИТОГО:		6	4	6	-	155	9	180

### 2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами образовательной программы

Дисциплина «Управление техническими системами» нацелена на формирование компетенций, знаний, умений и навыков, указанных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, знания, умения, навыки

Наименование и шифр компетенции, в формировании которой принимает участие дисциплина	Перечень формируемых знаний, умений, навыков, предусмотренных образовательной программой		
	Перечень знаний (с указанием шифра)	Перечень умений (с указанием шифра)	Перечень навыков (с указанием шифра)
<b>ПК-19</b> способностью к метрологическому обеспечению технологических процессов, к использованию типовых методов контроля качества выпускаемой продукции	Знать законы реализации основных технологических процессов 31(ПК-19-1)	Уметь проводить анализ технологических процессов У1 (ПК-19-1)	Владеть методами анализа и разработки технологических процессов Н1(ПК-19-1)
	Знать законы построения и работы технологического оборудования 32(ПК-19-1)	Уметь проектировать технологическое оборудование. У2(ПК-19-1)	Владеть методами разработки технологического оборудования Н2(ПК-19-1)

### **3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Управление техническими системами» изучается на 4 курсе в 7 семестре.

Дисциплина относится к обязательным дисциплинам вариативной части.

Для освоения дисциплины необходимы знания, умения и навыки, сформированные на предыдущих этапах освоения компетенций:

- «Метрология, стандартизация и сертификация»;
- «Спец. курс по профессии формовщик»;
- «Производственная практика (практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности)».

Дисциплина «Управление техническими системами» необходима при дальнейшем изучении дисциплин:

- «Менеджмент качества в сварочном производстве»;
- «Система аттестации сварочного производства»;
- «Преддипломной практики».

Входной контроль не проводится.

### **4 Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся**

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180

академических часов.

Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Объем дисциплины по видам учебных занятий

Объем дисциплины	Всего академических часов
	Очная форма обучения
Общая трудоемкость дисциплины	180
<b>Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий), всего</b>	16
В том числе:	
занятия лекционного типа (лекции и иные учебные занятия, предусматривающие преимущественную передачу учебной информации педагогическими работниками)	6
занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы, лабораторные работы, коллоквиумы и иные аналогичные занятия)	10
<b>Самостоятельная работа обучающихся и контактная работа</b> , включающая групповые консультации, индивидуальную работу обучающихся с преподавателями (в том числе индивидуальные консультации); взаимодействие в электронной информационно-образовательной среде вуза	155
Промежуточная аттестация обучающихся	9

### 5 Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

Таблица 3 – Структура и содержание дисциплины (модуля)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость, ч	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
<b>Раздел 1 Дисциплина «Управление техническими системами»</b>					
Цель, задачи, виды, методы, этапы изучения дисциплины «Управление техническими системами». Общие представления о дисциплине и её место в учебном процессе.	Лекция	1	Интерактивная (презентация) Видеофильм	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся	30	Чтение основной и дополнительной литературы	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость, ч	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	(изучение теоретических разделов дисциплины)		туры, конспектирование		
<b>ИТОГО по разделу 1</b>	Лекции	1	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	30	-	-	-
<b>Раздел 2 Основы теории автоматического управления (ТАУ)</b>					
Основные понятия. Классификация АСР. Классификация элементов автоматических систем контрольно измерительного оборудования.	Лекция	1	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся	33	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
<b>ИТОГО по разделу 2</b>	Лекции	1	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	33	-	-	-
<b>Раздел 3 Характеристики и модели элементов и систем</b>					
Характеристики и модели элементов и систем.	Лекция	0,3	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
Основные модели. Статические характеристики. Временные характеристики.	Лекция	0,3	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
Определение передаточной функции разомкнутой системы	Практическая работа.	4	Традиционная	ПК-19	У1(ПК19-3) У2 (ПК-19-1) Н1(ПК-19-1) Н2(ПК-19-1)
Примеры типовых звеньев. Со-	Лекция	0,2	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость, ч	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
единения звеньев.					
Передаточные функции АСР. Определение параметров передаточной функции объекта по переходной кривой.	Лекция	0,2	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
Кривая отклика индуктивного датчика	Лабораторная работа	1	Традиционная	ПК-19	У1(ПК19-3) У2 (ПК-19-1) Н1(ПК-19-1) Н2(ПК-19-1)
Кривая отклика емкостного датчика	Лабораторная работа	1	Традиционная	ПК-19	У1(ПК19-3) У2 (ПК-19-1) Н1(ПК-19-1) Н2(ПК-19-1)
Кривая отклика магнитного датчика	Лабораторная работа	1	Традиционная	ПК-19	У1(ПК19-3) У2 (ПК-19-1) Н1(ПК-19-1) Н2(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к практическим занятиям)	4	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение заданий	ПК-19	У1(ПК19-3) У2 (ПК-19-1) Н1(ПК-19-1) Н2(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (Контрольная работа)	4	Выполнение контрольной работы	ПК-19	У1(ПК19-3) У2 (ПК-19-1) Н1(ПК-19-1) Н2(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)	8	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение лабораторных работ	ПК-19	У1(ПК19-3) У2 (ПК-19-1) Н1(ПК-19-1) Н2(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение	16	Чтение основной и дополнительной литературы, конспек-	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость, ч	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	теоретических разделов дисциплины)		тирование		
<b>ИТОГО по разделу 3</b>	Лекции	1	-	-	-
	Практические Занятия	4	-	-	-
	Лабораторные работы	3		-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	32		-	-
<b>Раздел 4 Качество процессов управления</b>					
Критерии устойчивости. Понятие устойчивости линейных систем.	Лекция	0,3	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
Корневой критерий. Критерий Стодолы. Критерий Гурвица.	Лекция	0,3	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
Критерий Михайлова. Критерий Найквиста.	Лекция	0,2	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
Показатели качества. Прямые показатели качества. Корневые показатели качества.	Лекция	0,2	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение теоретических разделов дисциплины)	15	Чтение основной и дополнительной литературы, конспектирование	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (Контрольная работа)	15	Выполнение контрольной работы	ПК-19	У1(ПК19-3) У2 (ПК-19-1) Н1(ПК-19-1) Н2(ПК-19-1)
<b>ИТОГО по разделу 4</b>	Лекции	1	-	-	-

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость, ч	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	Самостоятельная работа обучающихся	30	-	-	-
<b>Раздел 5 Настройка регуляторов</b>					
Типовые законы регулирования КИО	Лекция	0,5	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
Изучение особенностей работы П и ПД регуляторов КИО	Лабораторная работа	3	Традиционная	ПК-19	У1(ПК19-3) У2 (ПК-19-1) Н1(ПК-19-1) Н2(ПК-19-1)
Определение оптимальных настроек регуляторов КИО	Лекция	0,5	Интерактивная (презентация)	ПК-19	32(ПК-19-1)
<b>Раздел 6 Современные системы управления производством</b>					
Структура современной АСУТП	Лекция	0,5	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
Аппаратная реализация систем управления. Средства измерения технологических параметров. Устройства связи с объектом. Аппаратная и программная платформа контроллеров. Промышленные сети.	Лекция	0,5	Интерактивная (презентация)	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (подготовка к лабораторным работам)	5	Освоение электронных материалов по дисциплине. Выполнение лабораторных работ	ПК-19	У1(ПК-19-1) У2(ПК-19-1)
	Самостоятельная работа обучающихся (изучение	25	Чтение основной и дополнительной литературы, конспек-	ПК-19	31(ПК-19-1) 32(ПК-19-1)

Наименование разделов, тем и содержание материала	Компонент учебного плана	Трудоёмкость, ч	Форма проведения	Планируемые (контролируемые) результаты освоения	
				Компетенции	Знания, умения, навыки
	теоретических разделов дисциплины)		тирование		
<b>ИТОГО по разделу 5</b>	Лекции	2	-	-	-
	Лабораторные работы	3	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	30	-	-	-
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине</b>		9	Экзамен	-	-
<b>ИТОГО по дисциплине</b>	Лекции	6	-	-	-
	Практические занятия	4		-	-
	Лабораторные работы	6	-	-	-
	Самостоятельная работа обучающихся	155	-	-	-
<b>ИТОГО:</b> общая трудоёмкость дисциплины 180 часов в том числе с использованием активных методов обучения 36 часов					

## **6 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)**

Самостоятельная работа обучающихся, осваивающих дисциплину «Управление техническими системами», состоит из следующих компонентов: подготовка и выполнение практических занятий; изучение теоретических разделов дисциплины; подготовка, выполнение, оформление и защита лабораторных, практических и контрольной работы.

Для успешного выполнения всех разделов самостоятельной работы учащимся рекомендуется использовать следующее учебно-методическое обеспечение:

1) Пронин, А.И., Щелкунов, Е.Б. Теория автоматического управления: учебное пособие / А.И. Пронин, Е.Б. Щелкунов. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2015. -108 с.

2) Петраков, Ю.В. Драчев, О.И. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. – Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2015. – 349 с.

3 РД ФГБОУ ВО «КНАГТУ» 013-2016. Текстовые студенческие работы. Правила оформления. – Введ. 2016-03-04. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГТУ», 2016. – 55 с.

Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы представлен в таблице 4.

Общие рекомендации по организации самостоятельной работы:

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе в течении установочной и экзаменационной сессий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа в течении семестра. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время установочной сессии, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 4 - 8 часа ежедневно.

Таблица 4–Рекомендуемый график выполнения самостоятельной работы студентов

Вид самостоятельной работы	Часов в неделю																	Итого по видам работ
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Подготовка к практическим занятиям	1	1													1	1		4
Подготовка к лабораторным работам	3	4													3	3		13
Изучение теоретических разделов дисциплины	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	119
Подготовка, оформление контрольной работы	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	19
<b>ИТОГО в 7 семестре</b>	12	14	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	12	12	8	155

## 7 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине (модулю)

Таблица 5 – Паспорт фонда оценочных средств

	<b>Контролируемые разделы (темы) дисциплины</b>	<b>Код контролируемой компетенции (или ее части)</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Показатели оценки</b>
1	Основные понятия. Классификация АСР. Классификация элементов автоматических систем	ПК-19	Вопросы к экзамену.	Знает основные понятия. Классификацию АСР. Классификацию элементов автоматических систем. Умеет классифицировать элементы автоматических систем.
2	Характеристики и модели элементов и систем. Основные модели. Статические характеристики. Временные характеристики.	ПК-19	Вопросы к экзамену.	Знает характеристики и модели элементов и систем. Умеет выделить основные характеристики моделей элементов и систем.
3	Передаточные функции. Определение передаточной функции.	ПК-19	Практическая работа.	Знает физический смысл и определение передаточной функции. Умеет определять передаточную функцию. Владеет навыком определения передаточной функции.
4	Примеры типовых звеньев. Соединения звеньев.	ПК-19	Вопросы к экзамену.	Знает виды типовых звеньев. Правила соединения звеньев. Умеет проводить расчет соединения звеньев.
5	Передаточные функции АСР. Определение параметров передаточной функции объекта по переходной кривой.	ПК-19	Вопросы к экзамену.	Знает передаточные функции АСР. Умеет определять передаточные функции объектов.
6	Критерии устойчивости. Понятие устойчивости линейных систем.	ПК-19	Контрольная работа. Вопросы к экзамену.	Знает критерии устойчивости систем. Понятие устойчивости линейных систем. Умеет определять устойчивость систем. Владеет навыком оп-

				ределения устойчивости систем.
7	Корневой критерий. Критерий Стодолы. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Критерий Гурвица.	ПК-19	Вопросы к экзамену.	Знает корневой критерий. Критерий Стодолы. Критерий Михайлова. Критерий Найквиста. Критерий Гурвица. Умеет определять критерии устойчивости. Владеет навыком расчетов устойчивости по критериям устойчивости.
8	Типовые законы регулирования	ПК-19	Вопросы к экзамену.	Знает типовые законы регулирования. Умеет пользоваться типовыми законами регулирования. Владеет навыком использования типовых законов регулирования.
9	Определение оптимальных настроек регуляторов	ПК-19	Вопросы к экзамену.	Знает как определить оптимальные настройки регуляторов. Умеет определять оптимальные настройки регуляторов. Владеет навыком определения оптимальных настроек регуляторов .

Промежуточная аттестация проводится в форме экзамена.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, представлены в виде технологической карты дисциплины (таблица 6).

Таблица 6– Технологическая карта

	Наименование оценочного средства	Сроки выполнения	Шкала оценивания	Критерии оценивания
7 семестр <i>Промежуточная аттестация в форме экзамена</i>				
1	Практическая работа	На установочной сессии	20 баллов	20 баллов - студент правильно и полностью выполнил практическое задание. Показал отличные знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 15 баллов - студент выполнил практическое задание с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 10 баллов - студент выполнил практическое задание не в срок. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 0 баллов – задание не выполнено
2	Лабораторные работы (4 работы)	На установочной сессии	10 баллов за одну работу	20 баллов - студент правильно и полностью выполнил лабораторную работу. Показал отличные знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 15 баллов - студент выполнил лабораторную работу с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 10 баллов - студент выполнил лабораторную работу не в срок. Показал хорошие знания и умения в рамках освоенного учебного материала. 0 баллов – лабораторную работу не выполнена.
3	Контрольная работа	В течение семестра	20 баллов	20 баллов - студент правильно и полностью выполнил контрольную работу. Показал отличные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала. 15 баллов - студент выполнил контрольную работу с неточностями и/или не полностью. Показал хорошие знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала. 10 баллов - студент выполнил контрольную работу не в срок. Показал удовлетворительные знания, умения и навыки в рамках освоенного учебного материала. 0 баллов – контрольная работа не выполнено.
Текущий контроль:			60 баллов	
4	Экзамен	Вопрос – оценивание уровня усво-	40 баллов	40 баллов - студент правильно ответил на теоретический вопрос билета. Показал отличные знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы.

	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Сроки выполнения</b>	<b>Шкала оценивания</b>	<b>Критерии оценивания</b>
		енных знаний		30 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с небольшими неточностями. Показал хорошие знания в рамках усвоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 20 баллов - студент ответил на теоретический вопрос билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные знания в рамках усвоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при ответе на теоретический вопрос билета студент продемонстрировал недостаточный уровень знаний. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
		Задача – оценивание уровня усвоенных умений	25 баллов	25 баллов - студент правильно выполнил практическое задание билета. Показал отличные умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы. 20 баллов - студент выполнил практическое задание билета с небольшими неточностями. Показал хорошие умения в рамках освоенного учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов. 15 баллов - студент выполнил практическое задание билета с существенными неточностями. Показал удовлетворительные умения в рамках освоенного учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы было допущено много неточностей. 0 баллов - при выполнении практического задания билета студент продемонстрировал недостаточный уровень умений. При ответах на дополнительные вопросы было допущено множество неправильных ответов.
<b>ИТОГО:</b>		-	125 баллов	-
<b>Критерии оценки результатов обучения по дисциплине, включая экзамен:</b> 0 – 64 % от максимально возможной суммы баллов – <b>0 – 59 баллов</b> - «неудовлетворительно» (недостаточный уровень для промежуточной аттестации по дисциплине); 65 – 74 % от максимально возможной суммы баллов – <b>60 – 78 баллов</b> - «удовлетворительно» (пороговый (минимальный) уровень); 75 – 84 % от максимально возможной суммы баллов – <b>79- 96 балла</b> - «хорошо» (средний уровень); 85 – 100 % от максимально возможной суммы баллов – <b>97 – 125 баллов</b> - «отлично» (высокий (максимальный) уровень).				

## 7.1 Лабораторные работы

Ниже приведены примеры лабораторных работ из лабораторного практикума «Определение кривых отклика датчиков»

### 7.1.1 Кривая отклика емкостного датчика

Цель работы: Построить кривую отклика для емкостного датчика, используя испытательные образцы из стали St37 и из синтетического материала.

Порядок выполнения работы.

1. Подключите датчик к панели «Датчики приближения» в соответствии с выводами кабельного разъема рис 5.1.

2. Вставьте датчик в каретку, направив его чувствительный элемент влево.

3. Вставьте образец из стали St37 в держатель таким образом, чтобы образец был обращен к чувствительному элементу датчика.

4. Медленно перемещайте каретку с датчиком по направлению к образцу, пока датчик не коснется образца (расстояние  $s = 0$  мм).

*Примечание:*

*Убедитесь в том, что плоскость образца перпендикулярна оси датчика и полностью закрывает его чувствительный элемент. Чтобы обеспечивалась необходимая точность отсчета положений, каретка должна находиться на разметке направляющей линейки (если необходимо, измените положение датчика в держателе).*

5. Сдвигайте датчик в обратную сторону до тех пор, пока расстояние  $s$  от образца не станет равным номинальному значению расстояния переключения  $s_{,} = 8$  мм. Далее увеличивайте чувствительность датчика, поворачивая его потенциометр, до тех пор, пока образец не будет обнаружен (пока не включится светодиод).

6. Теперь уменьшайте чувствительность датчика до тех пор, пока светодиод не погаснет.

7. Отведите датчик обратно в положение  $p_0$  (включается светодиод).

8. Теперь сдвигайте образец в держателе вверх, в направлении, перпендикулярном оси датчика, пока датчик не переключится (пока не погаснет светодиод) и запишите расстояния  $x_1$  и  $p_1 = p_0$  ( $n = 1$ ) в таблицу 5.1.

9. Сдвиньте образец в обратном направлении примерно на 2 мм перпендикулярно оси датчика и запишите расстояние  $x_2$  ( $n = 2$ ) в таблицу 5.1.

10. Далее медленно отводите датчик от образца, пока датчик не переключится (пока не погаснет светодиод) и запишите расстояние  $p_2$  ( $n = 2$ ). Повторите эту процедуру до возврата образца.

11. По результатам опыта постройте график зависимости  $s$  от  $x_n$ .

Таблица 7.1 Результаты исследования емкостного датчика

Образец материала	Сталь St37			Синтетический материал		
	$p_n$ мм	$x_n$ мм	$s$ , мм	$p_n$ , мм	$x_n$ мм	$s$ , мм
1						
2						
3						
4						
5						

### 7.2.1 Кривая отклика индуктивного датчика

Цель работы: Построить кривую отклика (зависимость расстояния переключения  $s$  от бокового смещения  $x$  образца) для индуктивного датчика, используя образцы материалов из стали St37 и латуни.

Порядок проведения работы:

1. Подключите датчик к панели «Датчики приближения» в соответствии с выводами кабельного разъема рис 5.1.

2. Вставьте индуктивный датчик в каретку, направив его чувствительный элемент влево.

3. Вставьте образец из стали St37 в держатель таким образом, чтобы образец был обращен к чувствительному элементу датчика.

4. Медленно перемещайте каретку с датчиком по направлению к образцу, пока датчик не коснется образца (расстояние  $s = 0$  мм).

5. Передвиньте образец материала так, чтобы он полностью закрывал чувствительный элемент датчика, и убедитесь в том, что образец расположен перпендикулярно оси датчика.

*Совет: Положение на направляющей линейке всегда следует считывать с правой стороны каретки. Для повышения точности считывания положения датчика каретка должна плавно перемещаться по шкале направляющей линейки. При необходимости следует изменить крепление датчика в держателе.*

6. Сдвигайте образец в зажиме держателя в направлении, перпендикулярном оси датчика, до тех пор, пока датчик не переключится (пока не погаснет светодиод), и запишите измеренные значения  $x_1$  и  $p_1 = p_0 (n = 1)$ .

7. Сдвиньте образец обратно примерно на 2 мм в направлении, перпендикулярном оси датчика, и запишите полученное расстояние  $x_2 (n = 2)$  в табл. 7.2.

8. Теперь вручную медленно отводите каретку с датчиком от образца до тех пор, пока датчик не переключится (пока не погаснет светодиод) и

запишите значение  $p_2$  ( $n = 2$ ).

9. Повторите предыдущий шаг, пока стальной образец не вернется в исходное положение  $x_0$ . Запишите все значения расстояния  $x_n$  в табл. 7.2. Повторите эксперимент с латунным образцом.

9. Вычислите все значения расстояния переключения  $s$  по измеренным значениям  $p_n$  ( $s = p_n - p_0$ ) и запишите их в табл. 7.2.

10. По полученным значениям постройте график зависимости расстояния переключения датчика  $s$  от бокового смещения образца  $x$ .

Таблица 7.2 Результаты исследования индуктивного датчика

Образец материала	Сталь St37			Латунь		
	$p_n$ мм	$x_n$ мм	$s$ , мм	$p_n$ мм	$x_n$ мм	$s$ , мм
1						
2						
3						
4						
5						

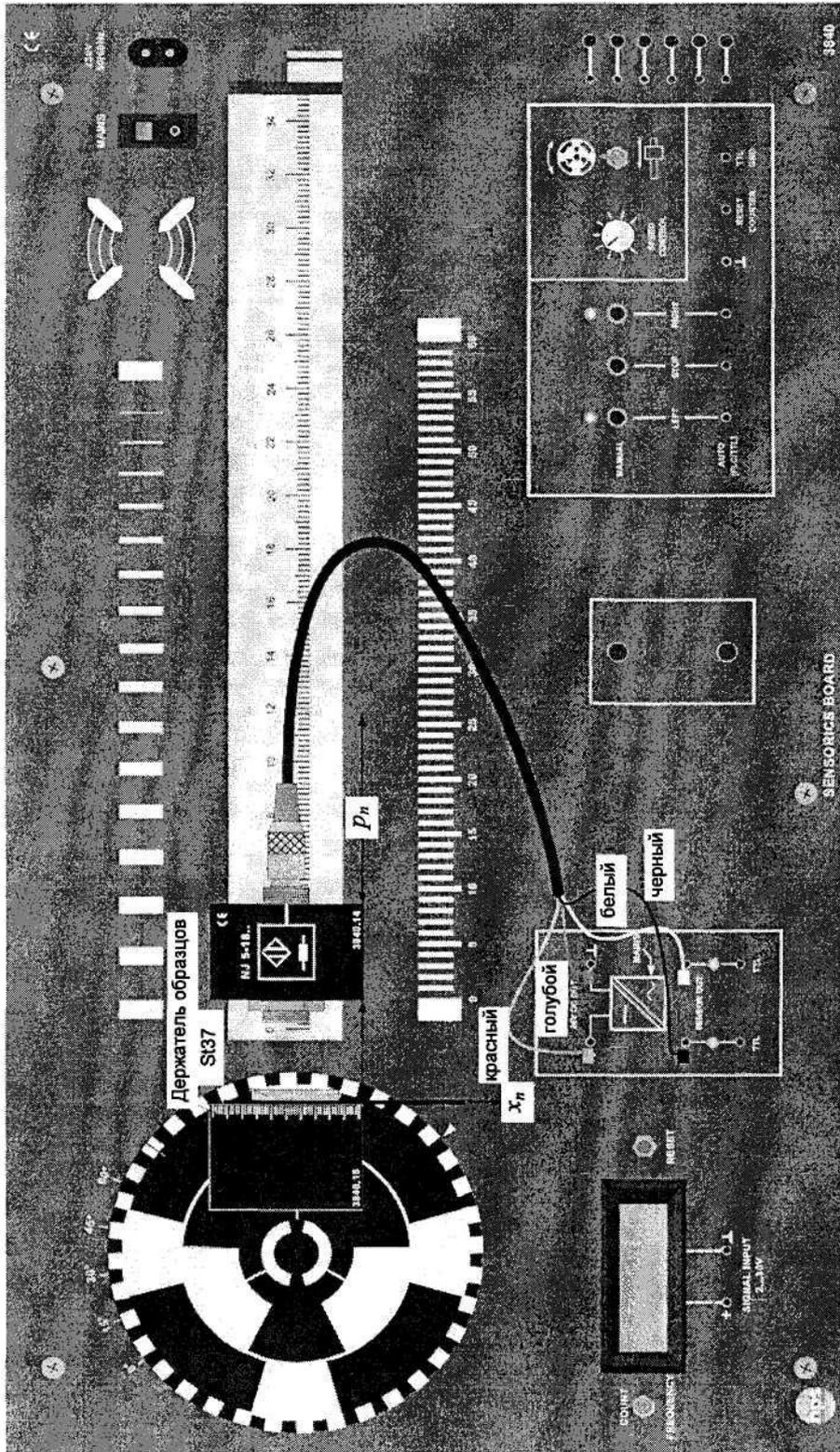


Рисунок 7.1 Лабораторная установка для построения кривых отклика датчиков

### 7.2.3 Кривая отклика ультразвукового датчика

Цель работы: Исследовать кривую отклика (или акустическое поле) ультразвукового датчика.

Порядок выполнения работы

1. Подключите датчик к панели «Датчики приближения» в соответствии с выводами кабельного разъема.

2. Вставьте датчик в каретку таким образом, чтобы его чувствительный элемент был направлен влево.

3. Установите держатель испытательных образцов в сегментный диск таким образом, чтобы стрелки диска и панели были направлены друг на друга, и вставьте в держатель образец с черным глянцевым покрытием.

4. Установите точку переключения S1 (A1) в положении 300 мм и точку переключения S2 (A2) в положении 60 мм.

5. Выдвиньте образец из звукового поля так, чтобы он держался в держателе своей нижней частью, а его верхняя часть находилась вне звукового поля (светодиод выключен). Разделяющий обе части образца край должен находиться в начале линейки держателя (рисунок 7.2).

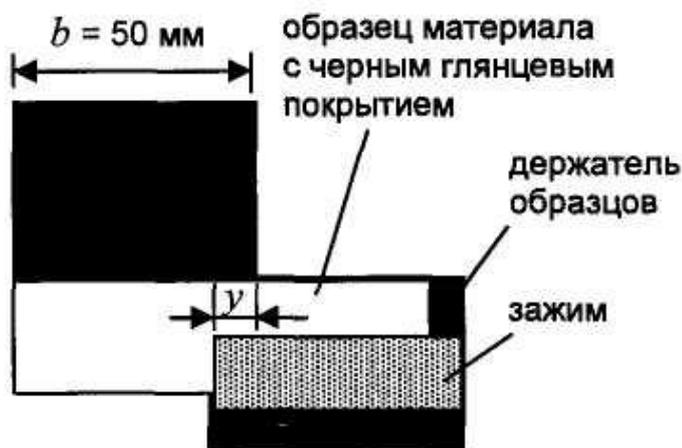


Рисунок 7.2 Схема закрепления образца

6. Сдвигайте образец в звуковое поле, пока датчик надежно не переключится (отсутствует мерцание светодиода).

*Внимание! Датчик не должен реагировать на вашу руку!*

7. Запишите расстояние  $y$  между краями держателя и образца в таблицу 7.3.

8. Уменьшайте расстояние между датчиком и держателем в соответствии со значениями, указанными в таблице 7.3, и записывайте в нее новые точки переключения, определяя их так, как это описано выше.

*Примечание: Эта процедура может быть доведена до конца, только пока наблюдается процесс переключения, т. к. для ультразвуковых датчиков характерно наличие ближней зоны, в которой переключения режимов работы преобразователя не реализуются.*

9. Точка отклика  $s$  определяется как половина разности ширины  $b$  пла-

стины и измеренного расстояния  $y$ :  $s = (b - y)/2$  при  $b = 50$  мм.

10. Вычислите точки отклика  $s$  для каждого значения, указанного в таблице 7.3, и внесите их в эту таблицу

11. Постройте график зависимости расстояния  $y$  от значений точек отклика  $s$  и изобразите контур акустического поля для отрицательного направления оси  $r$ .

Таблица 7.3 Результаты исследования ультразвукового датчика

$r$ , мм	280	260	240	220	200	180	160	140	120	100	80	60	40	20	10
$y$ , мм															
$S$ , мм															

### 7.3.1 Кривая отклика магнитного датчика

Цель работы: Построить кривую отклика датчика магнитного поля при различных положениях полюсов постоянного магнита.

Порядок проведения работы:

Подключите датчик к панели «Датчики приближения» в соответствии с выводами кабельного разъема.

*Внимание!*

*Поверхность чувствительного элемента должна находиться на одном уровне с гайкой крепления датчика!*

Расположите датчик на подготовленном рабочем листе штырями крепления вверх.

Отметьте положение датчика и его осей.

Снимите большой постоянный магнит с панели.

Перемещайте большой постоянный магнит по направлению к датчику вдоль его оси и отметьте точку переключения датчика. Убедитесь в том, что ось магнита параллельна оси датчика.

Сдвигайте магнит шагами по 10 мм перпендикулярно оси датчика, отмечая соответствующие точки переключения. Ось магнита должна быть параллельна оси датчика

*Примечание:*

*На конечных участках кривых отклика рекомендуется уменьшить шаг до 5 мм.*

Теперь поверните магнит таким образом, чтобы его ось была перпендикулярна оси датчика, и снова постройте кривую отклика.

Далее установите магнит в третье положение, и снова постройте кривую отклика.

## Задания для текущего контроля

### Перечень вопросов для защиты лабораторных работ (в форме теста)

Методические указания помогающие в выполнении лабораторных и практических работ размещены на сайте университета в личном кабинете студента и тиражируемой интегрированной системе управления контентом Alfresco. Сайт кафедры МиМ. Документы. Папка –«Управление техническими системами.

1. Управляющее воздействие это:
  - а. Воздействие на систему определяющее требуемый закон измерения величины.
  - б. Воздействие управляющего устройства на объект управления.
  - в. Воздействие стремящиеся нарушить требуемую функциональную связь между задающим воздействием и регулируемой величиной.
2. Линеаризация дифференциальных уравнений применяется
  - а. Для замены нелинейных ДУ приближенными линейными ДУ
  - б. Для упрощения нелинейных ДУ.
  - в. Для замены нелинейных ДУ линейными графиками.
3. Передаточной функцией называется
  - а. Отношение изображения выходного воздействия  $Y(s)$  к изображению входного  $X(s)$  при нулевых начальных условиях.
  - б. Отношение изображения выходного воздействия  $Y(s)$  к изображению входного  $X(s)$  при не нулевых начальных условиях.
  - в. Отношение изображения входного  $X(s)$  к изображению выходного воздействия  $Y(s)$  при нулевых начальных условиях.
4. Способы построения моделей подразделяются на
  - а. Аналитический, экспериментальный, теоретический.
  - б. Аналитический, экспериментальный.
  - в. Аналитический, теоретический.
5. Астатическим называется элемент
  - а. У которого при постоянном входном воздействии сигнал на выходе непрерывно растет с постоянной скоростью, ускорением и т.д.
  - б. У которого при не постоянном входном воздействии сигнал на выходе непрерывно растет с постоянной скоростью, ускорением и т.д.
6. Возмущающее воздействие это:
  - а. Воздействие управляющего устройства на объект управления
  - б. Воздействие стремящиеся нарушить требуемую функциональную связь между задающим воздействием и регулируемой величиной.
  - в. Воздействие на систему определяющее требуемый закон измерения величины.
7. Математические методы описания свойств системы:

а. Статические характеристики, динамические характеристики, дифференциальные уравнения, интегральные уравнения, передаточные функции, частотные характеристики.

б. Статические характеристики, динамические характеристики, дифференциальные уравнения, передаточные функции, частотные характеристики

в. Статические характеристики, динамические характеристики, передаточные функции, частотные характеристики

8. Простейшие типовые звенья бывают:

а. Усилительное, интегрирующее, дифференцирующее, апериодическое, колебательное, запаздывающее, опережающее, вибрирующее.

б. Усилительное, интегрирующее, дифференцирующее, апериодическое, колебательное, запаздывающее, опережающее.

в. Усилительное, интегрирующее, дифференцирующее, апериодическое, колебательное, запаздывающее.

9. По характеру обрабатываемого сигнала устройства связи объектов можно разделить на:

а. Аналоговые, дискретные и цифровые.

б. Аналоговые и цифровые.

в. Аналоговые, дискретные.

10. Показатели качества регулирования разбиты на следующие группы

а. Прямые, корневые, частотные, интегральные, амплитудные, фазовые.

б. Прямые, корневые, частотные, интегральные, амплитудные.

в. Прямые, корневые, частотные, интегральные.

11. Автоматическая система регулирования (АСР) это:

а. Автоматическая система с замкнутой цепью воздействия, в котором управляющий сигнал вырабатывается в результате сравнения истинного значения  $u$  с заданным значением  $x$ .

б. Комплекс устройств, присоединяемых к регулируемому объекту и обеспечивающих автоматическое поддержание заданного значения его регулируемой величины или автоматическое изменение ее по определенному закону.

12. Интегрирующие звенья бывают.

а. Идеально и реально интегрирующее.

б. Ирреально и реально интегрирующее.

в. Идеально и ирреально интегрирующее.

13. Для определения устойчивости системы применяют

а. Корневой критерий, критерии Стодола, Гурвица, Лапласа, Найквиста, Михайлова и др.

б. Корневой критерий, критерии Стодола, Гурвица, Найквиста, Михайлова и др.

14. Для чего применяется преобразование Лапласа

- а. Для исследования АСР
  - б. Для исследования АСУ
15. Корневой критерий определяет:
- а. Устойчивость системы по виду передаточной функции.
  - б. Устойчивость системы по виду критерия устойчивости функции.
16. Типовые звенья регулирования объектов бывают
- а. Интегрирующий регулятор, дифференциальный регулятор.
  - б. Интегрирующий регулятор, дифференциальный регулятор, пропорционально-интегральный регулятор, пропорционально-дифференциальный регулятор.
  - в. Интегрирующий регулятор, дифференциальный регулятор, пропорционально-интегрально-дифференциальный регулятор, пропорционально-интегральный регулятор, пропорционально-дифференциальный регулятор.
17. Переходной характеристикой называется
- а. Реакция объекта на  $\delta$ - функцию при нулевых начальных условиях
  - б. Реакция объекта на единичное ступенчатое воздействие при нулевых начальных условиях.
18. Что называется преобразованием Лапласа
- а. Замена нелинейных ДУ приближенными линейными ДУ.
  - б. Переход от ДУ к алгебраическому уравнению.
19. Соединения звеньев может быть
- а. Последовательное соединение.
  - б. Параллельное и последовательное соединение.
  - в. Параллельное, последовательное и соединение с обратной связью.
20. К корневым показателям качества относят
- а. Степень колебательности  $m$ ,
  - б. степень устойчивости  $\eta$
  - в. Степень колебательности  $m$  степень устойчивости  $\eta$
21. Для определения устойчивости системы применяют
- а. Корневой критерий, критерии Стодола, Гурвица, Лапласа, Найквиста, Михайлова и др.
  - б. Корневой критерий, критерии Стодола, Гурвица, Найквиста, Михайлова и др.

### **Практические задания**

Методические указания помогающие в выполнении практических работ размещены в электронном виде на сайте университета в личном кабинете студента и тиражируемой интегрированной системе управления контентом Alfresco. Сайт кафедры МиМ. Документы. Папка – «Управление техническими системами. Ниже приведен пример заданий для практических работ

### Общее задание

1) По заданным дифференциальным уравнениям определить операторные уравнения при нулевых начальных условиях, передаточные функции, структурные схемы звеньев, характеристические уравнения и их корни. Показать распределение корней на комплексной плоскости. Оценить устойчивость каждого из звеньев.

2) По заданной передаточной функции записать дифференциальное уравнение.

Варианты выдаются по номеру в списке группы или по выбору преподавателя.

### Пример решения задания 1

Дано дифференциальное уравнение, характеризующее динамику технологического объекта,

$$6,25 \frac{d^2 y}{dt^2} + 4 \frac{dy}{dt} + y = 9x - 1,2 \frac{dx}{dt} - 5 \frac{du}{dt}.$$

Если обозначить  $Y(s)$ ,  $X(s)$  и  $U(s)$  как изображения сигналов  $y$ ,  $x$  и  $u$  соответственно, то операторное уравнение (при нулевых начальных условиях) в данном случае примет вид:

$$6,25s^2 Y(s) + 4sY(s) + Y(s) = 9X(s) - 1,2sX(s) - 5sU(s).$$

Данное уравнение можно преобразовать, вынеся  $Y(s)$  и  $X(s)$  за скобки:

$$Y(s) \cdot (6,25s^2 + 4s + 1) = X(s) \cdot (9 - 1,2s) - 5sU(s).$$

Отсюда получено:

$$Y(s) = \frac{9 - 1,2s}{6,25s^2 + 4s + 1} X(s) - \frac{5s}{6,25s^2 + 4s + 1} U(s).$$

Если обозначить передаточные функции объекта как

$$W_x(s) = \frac{9 - 1,2s}{6,25s^2 + 4s + 1} \quad \text{и} \quad W_u(s) = \frac{5s}{6,25s^2 + 4s + 1}$$

то получается уравнение  $Y(s) = W_x(s) \cdot X(s) + W_u(s) \cdot U(s)$ .

Структурная схема объекта приведена на рисунке 2.



Рисунок 2

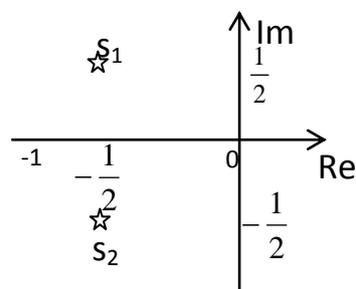


Рисунок 3

Полученные передаточные функции имеют одинаковые знаменатели, называемые характеристическими выражениями:

$$A(s) = 6,25s^2 + 4s + 1.$$

Если приравнять данное выражение к нулю, то образуется характеристическое уравнение  $6,25s^2 + 4s + 1 = 0$ , корни которого

$$s_1 = -\frac{2}{3} + j\frac{1}{2} \text{ и } s_2 = -\frac{2}{3} - j\frac{1}{2}.$$

Распределение корней на комплексной плоскости показано на рис. 3. По рисунку видно, что корни лежат в левой полуплоскости, следовательно, объект устойчив.

### Пример решения задания 2

Дана передаточная функция вида

$$W(s) = \frac{7s^3 + 5,5}{(s - 0,5)(3s^2 + 2)}.$$

Для записи дифференциального уравнения необходимо учесть, что по определению  $W(s) = \frac{Y(s)}{X(s)}$ , откуда получено:

$$W(s) = \frac{7s^3 + 5,5}{(s - 0,5)(3s^2 + 2)} = \frac{Y(s)}{X(s)},$$

$$Y(s) (s - 0,5)(3s^2 + 2) = X(s) (7s^3 + 5,5),$$

$$Y(s) (3s^3 + 2s - 1,5s^2 - 1) = X(s) (7s + 5,5),$$

$$3s^3 Y(s) + 2s Y(s) - 1,5s^2 Y(s) - Y(s) = 7s X(s) + 5,5 X(s).$$

Теперь, если применить обратное преобразование Лапласа, получается:

$$3 \frac{d^3 y}{dt^3} + 2 \frac{dy}{dt} - 1,5 \frac{d^2 y}{dt^2} - y = 7 \frac{d^3 x}{dt^3} + 5,5 x$$

### Варианты заданий

#### Вариант 1

$$1. \text{ а) } 6 \frac{d^2 y}{dt^2} + 5 \frac{dy}{dt} + y = 2x + \frac{du}{dt}; \quad \text{б) } \frac{d^2 y}{dt^2} + y = \frac{dx}{dt} + 3x + 2f - \frac{du}{dt}.$$

$$2. W(s) = \frac{3s + 5}{(s - 2)(s^2 + 3)}.$$

#### Вариант 2

$$1. \text{ а) } \frac{d^3 y}{dt^3} + \frac{d^2 y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} + y = 2 \frac{du}{dt}; \quad \text{б) } 6 \frac{d^2 y}{dt^2} + 3 \frac{dy}{dt} + y = \frac{du}{dt} + 2u.$$

$$2. W(s) = \frac{2s + 1}{s^2 + 3s - 12}.$$

## Контрольная работа

Методические указания помогающие в выполнении контрольной работы размещены в электронном виде на сайте университета в личном кабинете студента и тиражируемой интегрированной системе управления контентом Alfresco. Сайт кафедры МиМ. Документы. Папка – «Управление техническими системами». Вариант задания выдается преподавателем в соответствии с порядковым номером в журнале учета посещений студентов группы. ниже приведен пример задания для выполнения контрольной работы

Общее задание:

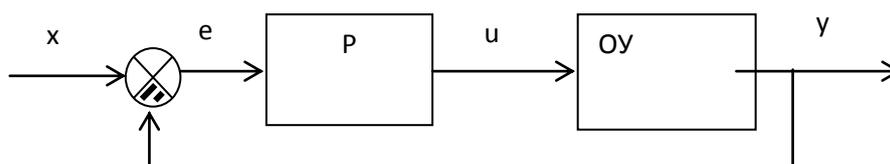


Рисунок 10 Схема одноконтурной АСР

Дана одноконтурная АСР (рисунок 10), для которой определена передаточная функция регулятора (Р) с настройками и дифференциальное уравнение объекта управления (ОУ). Требуется определить:

- передаточную функцию разомкнутой системы  $W_{\infty}(s)$ ,
- характеристическое выражение замкнутой системы (ХВЗС),
- передаточные функции замкнутой системы  $\Phi_3(s)$  – по заданию,  $\Phi_B(s)$  – по возмущению,  $\Phi_E(s)$  – по ошибке,
- коэффициенты усиления АСР,
- устойчивость системы.

### Варианты заданий

#### Вариант № 1

Р - ПИ-регулятор с ПФ вида  $W_p = 4 + \frac{4}{s}$ ;

дифференциальное уравнение ОУ:  $16\frac{d^3y}{dt^3} + 8\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = \frac{du}{dt} + u$ .

#### Вариант № 2

Р - ПИ-регулятор с ПФ вида  $W_p = 5 + \frac{1}{s}$ ;

дифференциальное уравнение ОУ:  $4\frac{d^3y}{dt^3} + 2\frac{d^2y}{dt^2} + \frac{dy}{dt} = u$ .

## ЗАДАНИЯ ДЛЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### Контрольные вопросы к экзамену

Билет состоит из двух теоретических вопросов и практического задания. Список вопросов выносимых на экзамен приведен ниже.

- 1 Понятие автоматического управления; состав и структура автомата. Принципы автоматического управления.
- 2 Типы и классификация систем автоматического управления (САУ).
- 3 Анализ непрерывных линейных САУ; способы описания (уравнения состояния, передаточные функции, структурные схемы)
- 4 Характеристики непрерывных линейных систем; управляемость и наблюдаемость системы; оценки качества регулирования и устойчивости.
- 5 Постановка задачи и основы проектирования систем управления. Особенности автоматического управления промышленными объектами и производственными процессами.
- 6 Синтез автоматических управляющих устройств и систем.
- 7 Анализ линейных импульсных САУ; понятие дискретного (прерывистого) автоматического управления;
- 8 Описание линейных импульсных систем во временной и частотной областях; цифровое управление, описание и характеристики цифрового регулятора.
- 9 Нелинейные и оптимальные САУ; способы описания и анализ нелинейных систем.
- 10 Понятие оптимальных систем управления техническими объектами.
- 11 Целевая функция оптимального автоматического управления и методы ее оптимизации.
- 12 Адаптивные системы.
- 13 Основные понятия и определения.
- 14 Основные функциональные блоки систем автоматического управления (САУ).
- 15 Элементы структурных схем, принцип действия систем автоматического регулирования (САР).
- 16 Понятие об управлении и системах управления
- 17 Технические и экономические объекты управления.
- 18 Поведение объектов и систем управления.
- 19 Разомкнутые системы управления.
- 20 Компенсация возмущений в системах управления.
- 21 Системы управления с обратной связью.
- 22 Системы с компенсацией параметрических возмущений.
- 23 Адаптивные системы управления.
- 24 Классификация систем управления по типу сигнала.
- 25 Классификация систем управления по типу алгоритма.
- 26 Классификация систем управления по энергетическому признаку.
- 27 Операторы преобразования переменных.
- 28 Экспериментальный способ построения моделей.
- 29 Классы моделей систем управления с раскрытой причинно-следственной структурой.

- 30 Классы моделей и автономные системы.
- 31 Аналитический способ построения моделей.
- 32 Основные понятия термины и определения ТАУ
- 33 Классификация АСР
- 34 Классификация элементов автоматических систем
- 35 Основные модели элементов и систем
- 36 Статические характеристики
- 37 Временные характеристики
- 38 Дифференциальные уравнения. Лианеризация
- 39 Преобразования Лапласа
- 40 Определение передаточной функции
- 41 Примеры типовых звеньев
- 42 Соединения звеньев
- 43 Передаточные функции АСР
- 44 Определение параметров передаточной функции объекта по переходной кривой
- 45 Частотные характеристики
- 46 Определение частотных характеристик
- 47 Логарифмические частотные характеристики
- 48 Качество процессов управления
- 49 Критерии устойчивости
- 50 Понятие устойчивости линейных систем
- 51 Корневой критерий
- 52 Критерий Стодолы.
- 53 Критерий Гурвица
- 54 Критерий Михайлова
- 55 Критерий Найквиста
- 56 Прямые показатели качества
- 57 Корневые показатели качества
- 58 Частотные показатели качества
- 59 Интегральные показатели качества
- 60 Связи между показателями качества
- 61 Настройка регуляторов
- 62 Типовые законы регулирования
- 63 Определение оптимальных настроек регуляторов

### **Типовые экзаменационные задачи**

#### **Пример задачи 1 типа:**

По заданным дифференциальным уравнениям определить операторные уравнения при нулевых начальных условиях, передаточные функции, структурные схемы звеньев, характеристические уравнения и их корни. Показать распределение корней на комплексной плоскости. Оценить устойчивость каждого из звеньев.

$$6,25 \frac{d^2 y}{dt^2} + 4 \frac{dy}{dt} + y = 9x - 1,2 \frac{dx}{dt} - 5 \frac{du}{dt}.$$

**Пример задачи 2 типа:**

По заданной передаточной функции записать дифференциальное уравнение системы.

$$W(s) = \frac{7s^3 + 5,5}{(s - 0,5)(3s^2 + 2)}.$$

**8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

**8.1 Основная литература**

- 1) Пронин, А.И., Щелкунов, Е.Б. Теория автоматического управления: учебное пособие / А.И. Пронин, Е.Б. Щелкунов. - Комсомольск-на-Амуре: Изд-во Комсомольского-на-Амуре гос. техн. ун-та, 2015. -108 с.
- 2) Петраков, Ю.В. Драчев, О.И. Теория автоматического управления технологическими системами: учебное пособие / Ю.В. Петраков, О.И. Драчев. – Старый Оскол: Изд-во ТНТ, 2015. – 349 с.
- 3) Ким, Д.П. Теория автоматического управления. Линейные системы / Д.П. Ким. -М.: Изд-во Юрайт, 2017. -312 с.
- 4) Бесекерский, В.А. Теория систем автоматического управления / В. А. Бесекерский, Е. П. Попов. - 4-е изд., перераб. и доп. - СПб.: Профессия, 2004. - 749с.
- 5) Воронов, А.А. Основы теории автоматического регулирования и управления: Учебное пособие для вузов / А. А. Воронов, В. К. Титов, Б. Н. Новогранов. - М.: Высшая школа, 1977. - 519с.: ил.
- 6) Воронов, А.А. Основы теории автоматического управления: автоматическое регулирование непрерывных линейных систем / А. А. Воронов. - 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергия, 1980. - 309с.
- 7) Иващенко, Н.Н. Автоматическое регулирование: теория и элементы систем: Учебник / Н. Н. Иващенко. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1978; 1973. - 736с.
- 8) Сборник задач по теории автоматического регулирования и управления: Для вузов / В. А. Бесекерский, А. Н. Герасимов, С. В. Лучко, [и др.]; Под ред. В.А.Бесекерского. - 5-е изд., перераб. и доп. - М.: Наука, 1978. - 510с.

**8.2 Дополнительная литература**

- 1) Кудинов, Ю.И., Пащенко, Ф.Ф. Теория автоматического управления (с использованием MATLAB - SIMULINK): учебное пособие для вузов / Ю.И. Кудинов, Ф.Ф. Пащенко.- СПб: Изд-во Лань, 2016. - 256 с.
- 2) Гайдук, А.Р. Теория автоматического управления в примерах и задачах с решениями в MATLAB: Учебное пособие для вузов / А. Р. Гайдук, В. Е.

Беляев, Т. А. Пьявченко. - 4-е изд., стер., 3-е изд., стер. - СПб.: Лань, 2017; 2016. - 463с.: ил. - (Учебники для вузов. Специальная литература).

3) Глазырин, Г. В. Теория автоматического регулирования [Электронный ресурс] / Глазырин Г.В. - Новосибирск: НГТУ, 2014. - 168 с. //

ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45443.html>

4) Борисевич, А. В. Теория автоматического управления: элементарное введение с применением MATLAB [Электронный ресурс] / А. В. Борисевич. - М.: Инфра-М, 2014. - 200 с. // ZNANIUM.COM : электронно-библиотечная система. – Режим доступа: <http://www.znanium.com/catalog.php>.

### **9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»), необходимых для освоения дисциплины (модуля)**

1) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://window.edu.ru/>

2) Информационная системы доступа к электронным каталогам библиотек сферы образования и науки (ИС ЭКБСОН)[Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.vlibrary.ru/>

3) «eLIBRARY.RU» [Электронный ресурс]: научная электронная библиотека. – Режим доступа: <http://elibrary.ru>

4) Веб-сайт: <http://www.laserfest.org/lasers/history/timeline.cfm>

### **10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

Обучение дисциплине «УТС» предполагает изучение курса на аудиторных занятиях и в ходе самостоятельной работы. Аудиторные занятия проводятся в форме лекций и практических работ. Самостоятельная работа включает:

- чтение основной и дополнительной литературы по темам дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- выполнение, оформление и подготовка к защите практических работ;
- выполнение, оформление и подготовка к защите лабораторных работ

Самостоятельная работа является наиболее продуктивной формой образовательной и познавательной деятельности студента в период обучения. Самостоятельная работа студента направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений.

Текущий контроль учебной деятельности студентов осуществляется на лекционных, лабораторных и практических занятиях. Студент обязан в срок выполнять выданные ему практические и лабораторные работы.

1. Определение операторного уравнения: Методические указания к практической работе по курсу «Управление техническими системами»/ Сост. В.В. Куриный. - Комсомольск-на-Амуре: ГОУВПО «КнАГТУ», 2018.- 16с.

1. Определение передаточной функции разомкнутой системы: Методические указания к контрольной работе по курсу «Управление техническими системами»/ Сост. В.В. Куриный.- Комсомольск-на-Амуре: Комсомольский-на-Амуре гос. техн. ун-т, 2018.- 9.

### **11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю), включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)**

В процессе подготовки и написания отчёта по учебной практике активно используется MicrosoftOffice.

С целью повышения качества ведения образовательной деятельности в университете создана электронная информационно-образовательная среда. Она подразумевает организацию взаимодействия между обучающимися и преподавателями через систему личных кабинетов студентов, расположенных на официальном сайте университета в информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» по адресу <https://student.knastu.ru>. Созданная информационно-образовательная среда позволяет осуществлять взаимодействие между участниками образовательного процесса посредством организации дистанционного консультирования по вопросам выполнения практических заданий. В учебном процессе по дисциплине активно используется информационно-справочная система КонсультантПлюс находящаяся по адресу <https://www.consultant.ru/>.

При изучении дисциплины для выполнения практических работ, контрольной работы рекомендуется использовать следующее лицензионное программное обеспечение и интернет-ресурсы:

- браузер Internet Explorer (компонент операционной системы);
- T-FLEX CAD 3D(Лицензионное соглашение №А00006423 от 24.12.2014, договор АЭ223 № 007/57 от 15.12.2014);
- Mathcad (Сервисный контракт # 2А1820328, лицензионный ключ, договор № 106-АЭ120 от 27.11.2012).

### **12 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

Для реализации программы дисциплины «Оборудование машиностроительных производств» используется материально-техническое обеспечение, перечисленное в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение дисциплины

Аудитория	Наименование аудитории (лаборатории)	Используемое оборудование	Назначение оборудования
Аудитория лекционного типа 224/3-2	Лаборатория автоматизации технологических процессов	Компьютер, видеопроектор, стенды по автоматизации производства фирмы «Экоинвент»	Проведение лекционных, практических и лабораторных занятий

**Лист регистрации изменений к РПД**

№ п/п	Содержание изменения/основание	Кол-во стр. РПД	Подпись автора РПД
1			
2			
3			