

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. Г. ШУХОВА»**  
(БГТУ им. В. Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор института ЭИТУС  
А. В. Белоусов  
« 20 » мая 20 21 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**дисциплины (модуля)**

Технические средства систем управления роботов

Направление подготовки (специальность):

15.03.06 Мехатроника и робототехника

Направленность программы (профиль, специализация):

Мехатроника и робототехника

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

очная

Институт Энергетики, информационных технологий и управляющих систем

Кафедра Технической кибернетики

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования 15.03.06 Мехатроника и робототехника (уровень бакалавриата), утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации № 1046 от 17 августа 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В. Г. Шухова в 20 21 году.

Составитель (составители):

канд. техн. наук  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

Д. А. Бушуев  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры  
« 14 » 05 20 21 г., протокол № 9

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

В. Г. Рубанов  
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей(ими) кафедрой(ами)  
Технической кибернетики  
(наименование кафедры/кафедр)

Заведующий кафедрой:

д-р техн. наук, проф.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

В. Г. Рубанов  
(инициалы, фамилия)

« 14 » 05 20 21 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института  
« 20 » 05 20 21 г., протокол № 9

Председатель:

канд. техн. наук, доц.  
(ученая степень и звание)

  
(подпись)

А. Н. Семернин  
(инициалы, фамилия)

## 1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Общепрофессиональные компетенции	ОПК-13. Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.	ОПК-13.3. Производит расчет элементов систем управления роботов, с получением их математических моделей	<p><b>Знать:</b> вычислительные методы, используемые для построения математических моделей элементов систем управления робототехнических систем;</p> <p><b>Уметь:</b> экспериментально определять математические модели отдельных элементов автоматике; производить проверочный расчет элементов систем управления;</p> <p><b>Владеть:</b> навыками получения математических моделей технических средств автоматике и управления</p>
		ОПК-13.2. Выбирает технические средства систем управления робототехнических систем, необходимые для реализации заданных алгоритмов функционирования и осуществляет их подключение и наладку	<p><b>Знать:</b> классификацию технических средств автоматизации, их основные характеристики, принципы действия, особенности и свойства;</p> <p><b>Уметь:</b> выбирать технические средства, необходимые для реализации заданных алгоритмов функционирования;</p> <p><b>Владеть:</b> методикой выбора и осуществления сравнительного анализа средств автоматизации в тех или иных условиях</p>

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**1. Компетенция ОПК-13.** Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теория автоматического управления
2	Электронные устройства мехатронных и робототехнических систем
3	Технические средства систем управления роботов
4	Метрология и средства измерений в робототехнике

### 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 зач. единиц, 324 часов.  
Форма промежуточной аттестации экзамен.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 4	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	324	110	214
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в том числе:</b>	<b>127</b>	<b>54</b>	<b>73</b>
лекции	68	34	34
лабораторные	51	17	34
практические	0	0	0
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	8	3	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	<b>197</b>	<b>56</b>	<b>141</b>
курсовой проект	54	0	54
курсовая работа	0	0	0
расчетно-графическое задание	0	0	0
индивидуальное домашнее задание	0	0	0
самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	85	34	51
экзамен	36	22	36

### 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1. Наименование тем, их содержание и объем

Курс 2. Семестр 4.

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
1. Введение. Общие сведения о технических средствах систем управления роботом (ТССУР)					
1.1	Предмет и основные понятия курса. Основные этапы и современные тенденции развития средств автоматизации. Общие характеристики. Классификация элементов автоматических систем. Методы изображения ТССУР. Основные нормативные документы	2	0	0	2
1.2	Основные принципы построения САРС. Понятие государственной системы приборов (ГСП). Принципы типизации, унификации и агрегатирования. Функционально-иерархическая структура ГСП. Конструктивно-технологическая структура ГСП. Унифицированные комплексы технических средств (УКТС). Агрегатные комплексы технических средств (АКТС). Программно-технические комплексы (ПТК). Примеры. Система стандартов ГСП. Принципы совместности.	2	0	0	2
2. Измерительно-преобразовательные элементы					
2.1	Общие сведения. Структура, принципы построения и основные характеристики. Согласование преобразователей по сопротивлению. Унифицированные сигналы в датчиках.	1	0	0	2
2.2	Потенциметрические измерительные преобразователи перемещения. Классификация. Принцип действия, схемы включения, характеристики. Погрешности.	2	0	2	6
2.3	Электромагнитные измерительные преобразователи параметров движения. Разновидности.	1	0	0	2
2.3.1	Однотактные и двухтактные индуктивные датчики: дифференциальная и мостовая схемы включения, основные соотношения. Плунжерные индуктивные датчики. Индуктивный датчик на вихретоковом принципе.	2	0	1	6
2.3.2	Трансформаторные датчики: дифференциальный датчик, синусно-косинусные вращающийся трансформатор и сельсин. Принципы действия, физические эффекты, положенные за основу измерения, схемы	4	0	1	6

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
	включения, особенности и режимы работы. Вторичные приборы, работающие в комплекте.				
2.3.3	Индукционные измерительные преобразователи: тахогенераторы постоянного и переменного тока. Принципы действия, статические и динамические характеристики. Реакция якоря.	2	0	1	4
2.4	Кодирующие преобразователи перемещения. Инкрементальные и абсолютные энкодеры. Отличия и особенности применения. Помехозащищенный код Грея. Увеличение разрешающей способности.	2	0	1	2
2.5	Емкостные датчики. Назначение и классификация. Схемы включения и недостатки.	1	0	0	1
2.6	Датчики массы, деформации и силы. Пьезоэлектрические и пьезорезистивные датчики. Тензорезистивные преобразователи. Разновидности. Принципы измерения, вывод характеристик. Измерительные мосты. Цепи нормирования сигналов с измерительных мостов. Линеаризация. Управление удаленно расположенными измерительными мостами.	4	0	3	7
2.7	Датчики температуры. Классификация и принципы действия. Бесконтактные термометры. Биметаллические и манометрические термометры	1	0	0	1
2.7.1	Термометры сопротивления. Материалы, конструкция и типы номинальных статических характеристик. Вторичные приборы и преобразователи для работы в комплекте с термосопротивлениями.	2	0	2	2
2.7.2	Термоэлектрические преобразователи. Принцип действия, конструкция и основные типы. Законы термоэлектричества. Удлиняющие провода. Методы введения поправки на температуру свободных концов	2	0	2	5
2.8	Датчики давления. Классификация. Физические принципы, заложенные в основу построения различных разновидностей. Обзор. Особенности использования и монтажа.	2	0	2	4
2.9	Датчики расстояния, ускорений, угловых скоростей. Принципы действия. Особенности использования.	2	0	2	4
2.10	Датчики расхода. Классификация. Расходомер переменного перепада давления. Вывод уравнения расхода жидкостей и газов. Основные типы сужающих устройств. Комплектация расходомера.	2	0	0	2
	<b>ВСЕГО</b>	<b>34</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>54</b>

Курс 3. Семестр 5.

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
<b>3. Исполнительно-преобразовательные элементы</b>					
3	Назначение и классификация. Исполнительные двигатели постоянного тока: назначение, устройство, принцип работы, характеристики. Способы управления двигателями постоянного тока. Статические и динамические характеристики двигателей постоянного тока. Бесколлекторные двигатели постоянного тока.	8		8	30
<b>4. Усилительно-преобразовательные элементы</b>					
4.1	Назначение, классификация, основные характеристики.	1			2
4.1.1	Электромеханические усилители. Классификация. Нейтральные и поляризованные электромагнитные реле: назначение, устройство, принцип работы, характеристики. Режимы работы электромеханических усилителей. Реле переменного тока. Средства искро- и дуго- гашения. Контактные и магнитные пускатели. Релейно-контактные схемы. Примеры. Электромагниты и соленоидные клапаны.	8		8	30
4.2	Полупроводниковые усилительно-преобразовательные устройства. Твердотельные реле. Управление нагрузкой постоянного и переменного тока.	3		4	18
<b>5. Пневматические и гидравлические средства</b>					
5.1	Основные понятия и соотношения в пневматических цепях. Назначение, основные характеристики пневматических элементов. Сравнительный анализ пневматических и гидравлических средств: достоинства и недостатки. Поколения. Примеры использования	2			4
5.2	Узлы пневматических устройств автоматики. Пневмодрессели. Режимы истечения. Основные соотношения. Соединения дресселей. Пневматические делители и мостовые схемы. Дрессель с обратным клапаном. Управление скоростью движения поршневого исполнительного элемента. Емкостные элементы: пневмоемкость и пневмоконденсатор.	2			4
5.3	Пневматические преобразователи сигналов. Механо-пневматические преобразователи: золотниковый преобразователь, преобразователь сопло-заслонка. Назначение и область применения. Принцип действия и характеристики. Построение математических моделей.	2			4

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1	2	3	4	5	6
5.4	Пневматические клапаны. Назначение, классификация и принципы формирования условно-графического обозначения. Пневмораспределители. Клапаны пневмологики. Построение пневматических принципиальных схем	4		8	16
5.5	Вспомогательные устройства пневмоавтоматики. Блоки подготовки воздуха. Основные характеристики. Диапазоны источников вырабатываемого давления, области применения. Типовые схемы реализации. Вакуумная техника. Вакуумная присоска и эжектор	2		2	8
<b>6. Цифровые и программные средства обработки информации</b>					
6.1	Промышленные контроллеры и средства построения АСУТП. Назначение и область применения промышленных контроллеров. Архитектура контроллера. Особенности промышленного исполнения контроллеров. Программно-логические и компьютерные контроллеры. Централизованный и распределенный принцип построения микропроцессоров систем автоматизации. Интеллектуальное реле	1		2	7
6.2	Программные средства автоматизации Обзор лингвистических средств программирования микропроцессорных систем управления. Программное обеспечение связи с объектом автоматизации, OPC-сервер. SCADA-системы в задачах управления технологических процессов и производств. Операционные системы реального времени	1		2	18
<b>ВСЕГО</b>		<b>34</b>	<b>0</b>	<b>34</b>	<b>141</b>

### 3.2. Содержание практических (семинарских) занятий

Не предусмотрено учебным планом.

### 3.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ раздела дисциплины (в соответствии с п.4.1)	Тема лабораторного занятия	Колич. часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
<i>семестр № 4</i>				
1.	1	Датчики линейного перемещения	3	3
2.	2	Датчики углового перемещения, частоты вращения и системы дистанционной передачи команд управления	4	4



3.	3	Датчики давления	2	2
4.	4	Датчики температуры	4	4
5.	5	Тензометрические датчики	4	4
<b>ИТОГО:</b>			<b>17</b>	<b>17</b>
<i>семестр № 5</i>				
1.	6	Электромагнитные реле и вибрационная линеаризация	6	6
2.	7	Интеллектуальное реле	6	6
3.	8	Пневматические средства автоматизации	6	6
4.	9	Двигатели постоянного тока	6	6
5.	10	Системы воздухоподготовки	4	4
6.	11	Элементы программно-технических комплексов	6	6
<b>ИТОГО:</b>			<b>34</b>	<b>34</b>
<b>ВСЕГО:</b>			<b>51</b>	<b>51</b>

### 3.4. Содержание курсового проекта

В процессе выполнения курсового проекта осуществляется контактная работа обучающегося с преподавателем. Консультации проводятся в аудитория и/или посредством электронной информационно-образовательной среды университета.

Цель курсового проекта заключается в изучении технических средств систем управления роботов, приобретении студентами навыков выбора и сопряжения серийных технических средств автоматизации при совместном применении, расчёте и проектировании устройств управления.

Задача выполнения курсового проекта заключается в выборе серийно-выпускаемых узлов, модулей, блоков, приборов составляющих разрабатываемое устройство управления системы автоматического контроля регулирования и управления технологическим процессом, промышленным агрегатом, средствами труда и т. д., их стыковки при совместном использовании. А также проектирование локальных распределённых и централизованных УУ, расчёт специализированных электромеханических, электрических, пневматических, гидравлических и комбинированных средств автоматизации.

В курсовом проекте студенты выполняют синтез заданного автоматического устройства (электрического, электронного, цифрового, пневматического, гидравлического, комбинированного), преобразующего механический входной сигнал или воздействие.

Предполагается, что проектируемое устройство будет работать в системе автоматического регулирования, построенной по разомкнутому принципу, без обратной связи с исполнительным устройством. Поскольку показатели качества работы таких систем зависят от объема полученной априорной информации, то необходимо получать наиболее точное математическое описание каждого из элементов с учетом возможных внешних воздействий.

#### **Примеры тем курсовых проектов:**

1. Разработать устройство, преобразующее текущее значение температуры  $t$  технического объекта во вращение вентилятора с тремя скоростными режимами пропорционально температуре.

2. Разработать устройство, преобразующее текущее значение температуры  $t$  технического объекта во вращение вентилятора с тремя скоростными режимами пропорционально температуре.

3. Разработать устройство, преобразующее текущее значение температуры  $t$  технического объекта во вращение вентилятора со скоростью пропорциональной температуре (с получением промежуточного унифицированного сигнала 0..10 В).

4. Разработать устройство, в котором превышение измеряемого при помощи сильфона давления на значение  $\Delta$  от необходимого  $P_{зад}$  преобразуется во вращение вентилятора со скоростью пропорциональной давлению.

5. Разработать устройство, в котором превышение измеряемого при помощи сильфона давления на значение  $\Delta$  от необходимого  $P_{зад}$  преобразуется в поступательное движение на величину  $x_{max}$  выходного механизма в одном направлении, а при снижении в другом направлении на величину не превышающую  $x_{min}$ .

6. Разработать устройство, преобразующее уровень жидкости  $L$  в байпасе резервуара во вращательное движение с частотой вращения  $n$  пропорциональной уровню (с получением промежуточного унифицированного сигнала 0..10 В).

7. Разработать устройство, формирующее скачкообразный электрический сигнал с максимальной мощностью  $P_{max}$  при достижении заданного значения величины угла рассогласования  $\theta$  двух не связанных между собой валов рабочих механизмов.

8. Разработать устройство, преобразующее расход  $Q$  заданной среды в линейное перемещение  $x$  регулирующего органа при превышении заданного порога  $\Delta Q$ .

9. Разработать устройство, преобразующее расход  $Q$  заданной среды во вращение вентилятора с двумя скоростными режимами пропорционально расходу.

10. Разработать устройство, которое приводит во вращение выходной вал при достижении заданного значения величины угла рассогласования  $\theta$  двух не связанных между собой валов рабочих механизмов.

Курсовой проект может выполняться студентом под руководством преподавателей с привлечением аспирантов, старших и младших научных сотрудников или инженеров, являющихся сотрудниками института в качестве консультантов.

Выполнение курсового проекта студент начинает с момента выдачи задания отмеченного в бланке задания на проектирование, которое оформляется совместно с руководителем проекта.

Курсовое проектирование, как правило, содержит следующие основные разделы:

1. Разработка функциональной схемы устройства. Приводится краткое описание вариантов применения элементов автоматики в функциональной схеме в соответствии с заданием, указанием фундаментальных принципов их действия, сравнительным анализом недостатков и выбором наиболее подходящих под решение заданной задачи;

2. Расчет измерительно-преобразовательного элемента. Выполняется статический и динамический расчет с построением статических характеристик и определением вида и параметров передаточной функции;

3. Выбор и расчет исполнительного элемента. Выполняется статический и

динамический расчет с построением статических характеристик и определением вида и параметров передаточной функции;

4. Проектирование усилительно-преобразовательного элемента. Рассчитывается усилительно-преобразовательное устройство, осуществляется согласование с входными и выходными элементами по сопротивлению, уровня и типу сигнала, приводятся статические характеристики.

5. Построение структурной и принципиальной схем автоматического устройства.

Пояснительная записка должна также содержать, подписанный бланк с заданием, введение и заключение, список используемой литературы, оформленный по ГОСТ 7.1-2003, графический материал, оформленный в приложениях: функциональная схема устройства, графики статических характеристик элементов, структурная и полная принципиальная схемы устройства согласно ГОСТ 2.701-2008 и перечень используемых элементов по ГОСТ 2.701-2008 ЕСКД.

К защите допускаются студенты, выполнившие курсовой проект в полном объеме в соответствии с заданием. Защита курсового проекта осуществляется, как правило, перед комиссией, состоящей не менее чем из двух преподавателей кафедры.

### **3.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Не предусмотрено учебным планом.

## **4. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

### **4.1. Реализация компетенций**

**1. Компетенция ОПК-13.** Способен применять методы контроля качества изделий и объектов в сфере профессиональной деятельности.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ОПК-13.3. Производит расчет элементов систем управления роботов, с получением их математических моделей	Дифференцированный зачет при защите курсового проекта, экзамен, защита лабораторных работ
ОПК-13.2. Выбирает технические средства систем управления робототехнических систем, необходимые для реализации заданных алгоритмов функционирования и осуществляет их подключение и наладку	Дифференцированный зачет при защите курсового проекта

## 4.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 4.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение. Общие вопросы и основные понятия о технических средствах автоматизации (ТСА)	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Классификация технических средств автоматизации (ТСА). Основные понятия виды ТСА.</li><li>2. Место ТСА в системах управления. Государственная система приборов и средств автоматизации (ГСП). Назначение, принципы построения и структура.</li></ol>
2	Измерительно-преобразовательные элементы	<ol style="list-style-type: none"><li>3. Потенциометрические измерительные преобразователи перемещений. Принцип действия, схемы включения и источники возникновения погрешности. Достоинства и недостатки.</li><li>4. Индуктивные измерительные преобразователи. Принцип действия. Однотактный индуктивный датчик.</li><li>5. Индуктивные измерительные преобразователи. Принцип действия. Двухтактный индуктивный датчик. Дифференциальная и мостовая схема.</li><li>6. Емкостные измерительные преобразователи. Назначение и классификация. Принцип действия, схемы включения и характеристики. Достоинства и недостатки.</li><li>7. Дифтрасформаторный преобразователь перемещений. Принцип действия, схема включения, характеристики.</li><li>8. Средства измерения температуры. Классификация приборов. Термометры сопротивления. Принцип действия. Схемы включения.</li><li>9. Средства измерения температуры. Классификация приборов. Термоэлектрические преобразователи. Принцип действия. Схемы включения. Компенсация температуры холодного спая</li><li>10. Средства измерения давления. Способы измерения и эффекты, положенные в основе измерения.</li><li>11. Датчики расстояния, ускорения, угловой скорости. Принципы измерения и особенности применения</li><li>12. Средства измерения расхода. Способы измерения и эффекты, положенные в основе измерения</li><li>13. Тахогенераторы. Назначения, примеры использования и классификация. Тахогенераторы постоянного и переменного тока. Влияние нагрузки. Требования к тахогенераторам.</li><li>14. Тахогенераторы. Назначения, примеры использования и классификация. Вывод передаточной функции тахогенератора постоянного тока.</li><li>15. Дискретные преобразователи. Поворотные</li></ol>

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>шифраторы. Основные типы, принципы действия и особенности применения.</p> <p>16. Вращающиеся трансформаторы и сельсины. Назначение и классификация. Принцип действия и основные соотношения. Влияние нагрузки.</p>
3	Исполнительно-преобразовательные элементы	<p>17. Классификация исполнительно-преобразовательных средств автоматизации. Двигатели постоянного тока. Способы управления скоростью вращения.</p> <p>18. Вывод регулировочных и механических характеристик двигателя постоянного тока с независимым возбуждением. Передаточная функция двигателя</p> <p>19. Бесколлекторные двигатели постоянного тока. Принцип действия. Способы управления.</p> <p>20. Импульсное управление двигателем постоянного тока. Симметричный и несимметричный законы управления ключами. Управляемый выпрямитель.</p>
4	Усилительно-преобразовательные элементы	<p>21. Релейные средства автоматизации. Классификация и основные параметры реле. Реле времени, тепловые и интеллектуальные реле. Режимы работы электромеханических усилителей.</p> <p>22. Электромагнитные реле постоянного тока. Принцип действия, виды и особенности.</p> <p>23. Электромагнитные реле переменного тока. Способы устранения вибрации якоря. Методы искрогашения и дугогашения.</p> <p>24. Полупроводниковые усилительные устройства.</p>
5.	Пневматические и гидравлические средства	<p>25. Пневматическая ветвь ГСП. Пример пневматической системы автоматизации (ФСА). Достоинства и недостатки ПСА. Поколения ПСА.</p> <p>26. Пневматическая ветвь ГСП. Основные понятия и соотношения ПСА. Аналогия с законами электричества. Дроссели. Виды дросселей. Массовый и объемный расход через дроссели.</p> <p>27. Пневматическая ветвь ГСП. Дроссели с обратными клапанами. Соединения дросселей.</p> <p>28. Узлы пневматических устройств автоматики. Емкостные элементы. Схема дроссельного делителя с емкостью.</p> <p>29. Механо-пневматические преобразователи сигналов. Золотниковый преобразователь. Схема замещения. Основные характеристики и соотношения.</p> <p>30. Механо-пневматические преобразователи сигналов. Преобразователь сопло-заслонка. Дифференциальная схема включения преобразователя. Основные характеристики и соотношения.</p> <p>31. Элементы регулирующих устройств пневмоавтоматики. Пневмораспределители. Принципы</p>

	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
		<p>построения и виды.</p> <p>32. Энергообеспечивающая подсистема ПСА. Системы подготовки воздуха. Составные части системы подготовки воздуха. Виды и условные обозначения.</p> <p>33. Вакуумная техника. Вакуумная присоска и эжектор. Принципы действия.</p>
6.	Цифровые и программные средства обработки информации	<p>34. Контроллеры для систем автоматизации. Классификация. Архитектура ПЛК.</p> <p>35. Программное обеспечение цифровых средств автоматизации. Операционные системы реального времени. ОРС-сервер. Человеко-машинный интерфейс.</p>

#### **4.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта / курсовой работы**

1. Как работает спроектированное устройство?
2. Какие функциональные элементы в его структуре?
3. Какие виды схем вы построили?
4. Какие элементы были рассчитаны?
5. Как были получены математические модели элементов?
6. Как осуществлялась проверка работоспособности разработанного устройства?
7. Какие допущения сделаны при построении математической модели?
8. Объясните принцип функционирования устройства/элемента?

#### **4.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре**

В лабораторном практикуме по дисциплине представлен перечень работ, обозначены цель и задачи, необходимые теоретические и методические указания к работе, перечень контрольных вопросов.

Защита лабораторных работ возможна после проверки правильности выполнения задания, оформления отчета. Защита проводится в форме собеседования преподавателя со студентом по теме работы. Примерный перечень контрольных вопросов для защиты практических работ представлен в таблице.

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
1.	Датчики линейного перемещения	<p>1. Какова точность измерения перемещения микрометром? Штангенциркулем? Какова погрешность шкалы?</p> <p>2. Объясните принцип действия однотактного индуктивного датчика. Выделите достоинства и недостатки.</p> <p>3. Объясните принцип действия дифференциального индуктивного датчика. Выделите достоинства и недостатки.</p> <p>4. Объясните принцип действия вихретокового датчика. Выделите достоинства и недостатки.</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>5. От чего зависит чувствительность индуктивного преобразователя перемещений?</p> <p>6. От чего зависят погрешности индуктивного преобразователя?</p> <p>7. В чем преимущество индуктивного преобразователя, собранного по дифференциальной схеме?</p> <p>8. Укажите области применения индуктивных преобразователей.</p> <p>9. Сравните по метрологическим характеристикам исследуемые в лабораторной работе датчики с другими измерительными преобразователями перемещения (которые может быть уже были исследованы в других лабораторных работах).</p> <p>10. В чем отличие индуктивных датчиков от трансформаторных и индукционных?</p>
2.	Датчики углового перемещения, частоты вращения и системы дистанционной передачи команд управления	<p>1. Какова зависимость погрешности потенциметрических измерительных преобразователей от коэффициента нагрузки?</p> <p>2. Какой вид передаточных функций имеют исследуемые потенциметрические измерительные преобразователи с активной и индуктивной нагрузкой?</p> <p>3. Каковы преимущества и недостатки рассматриваемых потенциметрических измерительных преобразователей?</p> <p>4. Расскажите о конструктивном устройстве ВТ, о схемах включения обмоток и принципах действия в синусно-косинусном и линейном режимах работы, об областях применения.</p> <p>5. Изобразите эпюры индуцируемых ЭДС в различных катушках роторных обмоток СКВТ.</p> <p>6. Перечислите возможные причины погрешности измерений ВТ. Какие применяются меры для уменьшения погрешности?</p> <p>7. С какой целью применяется симметрирование ВТ?</p> <p>8. Каким образом осуществляется первичное (со стороны статора) и вторичное (со стороны ротора) симметрирование ВТ?</p> <p>9. Как снимаются синусно-косинусные и линейная характеристики ВТ? Поясните вид этих характеристик.</p> <p>10. Объясните отличия в виде характеристик в случаях отсутствия и наличия нагрузок на выходных обмотках ВТ.</p> <p>11. Назовите основные погрешности ТГ постоянного тока, их причины и пути снижения.</p> <p>12. Какие характеристики имеют тахогенераторы? Что они означают?</p> <p>13. Каковы причины нелинейности передаточных характеристик ТГ при нагрузке?</p> <p>14. Приведите примеры использования тахогенераторов в системах автоматизации (со схемами).</p> <p>15. Какие алгоритмы определения угла поворота с помощью энкодера существуют?</p> <p>16. За счет чего удваивается разрешающая способность в</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>квадратурном энкодере по сравнению с одноканальным?</p> <p>17. Что такое квадратурный декодер?</p> <p>18. Как определяются параметры вращения (угол поворота, частота вращения) при помощи абсолютных и инкрементальных энкодеров с использованием микропроцессорных систем? Привести примеры.</p> <p>19. Постройте пятиразрядный код Грея для десятичных чисел от 0 до 15. Покажите его преимущества по сравнению с двоичным кодом при измерении перемещений с помощью абсолютного энкодера.</p> <p>20. Как можно увеличить разрешающую способность энкодера в четыре раза?</p> <p>21. В чем особенность работы сельсинов в индикаторном режиме.</p> <p>22. За счет чего возникает синхронизирующий момент при работе сельсинов в трансформаторном режиме.</p> <p>23. Какое применение находят сельсины в системах управления и контроля.</p> <p>24. Изобразите формы выходного сигнала сельсинной пары в трансформаторном режиме.</p> <p>25. Изобразите эпюры индуктируемых ЭДС в различных катушках роторных обмоток сельсинов.</p>
3.	Датчики давления	<p>1. В какой воздушной полости будет больше давление, если уровень жидкости в правой трубке выше, чем в левой?</p> <p>2. Где используются сообщающиеся сосуды?</p> <p>3. Можно ли при использовании U-образного манометра делать отсчет отклонения уровня от исходного только в одной трубке с последующим удвоением?</p> <p>4. Расскажите об источниках возникновения погрешностей U-образных манометров и полупроводниковых датчиков давления.</p> <p>5. Расскажите правила монтажа манометров и дифференциальных датчиков давления.</p> <p>6. При помощи чего осуществляется поверка датчиков давления?</p> <p>7. Приведите классификацию измерителей и датчиков давления. Сопоставьте ее исследуемым приборам.</p> <p>8. Охарактеризуйте исследуемые приборы по классификации средств автоматизации</p> <p>9. На каком принципе действия основан наиболее распространенный тип манометра?</p> <p>10. Опишите порядок включения датчика разности давлений с трёх или пятивентильными клапанными блоками в систему.</p>
4.	Датчики температуры	<p>1. Назначение и область применения термопар. Сравнить с термометрами сопротивления.</p> <p>2. Термопара типа S (платинородий–платиновый) соединен к измерительному прибору ИП медными проводами. Изменится ли термо-ЭДС, если вместо медных проводов взять алюминиевые? Значения температур концов термометра остались прежними.</p>



№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>3. Как вводится поправка на температуру свободных концов термопары (аппаратные и программно-аппаратные методы)?</p> <p>4. Приведите достоинства и недостатки термосопротивлений и термопар.</p> <p>5. Из-за чего возникает погрешность нелинейности в мостовых схемах? Методы ее снижения.</p> <p>6. Приведите достоинства и недостатки двух, трех и четырехпроводных мостовых схем.</p> <p>7. Можно ли использовать сигнал ТП без усилителя?</p> <p>8. Зачем нужны удлинительные провода?</p> <p>9. Методы снижения погрешности нелинейности термопары.</p>
5.	Электромагнитные реле и вибрационная линеаризация	<p>1. Объяснить назначение штифта отлипания в конструкции электромагнитных реле клапанного типа.</p> <p>2. Объяснить конструкцию и принцип действия поляризованного реле, и отличие его статической характеристики от статической характеристики электромагнитных реле других типов.</p> <p>3. Изобразить электрическую схему нейтральных и поляризованных реле совместно с коммутируемой контактами цепью.</p> <p>4. Объяснить конструкцию и принцип действия электро-механического усилителя с внешней линеаризацией.</p> <p>5. Из каких материалов состоят детали реле?</p> <p>6. Из каких материалов изготавливают контакты реле и почему?</p> <p>7. Какие способы искро- и дугогашения вы знаете?</p> <p>8. Что такое реле переменного тока? Чем оно отличается от реле постоянного тока?</p> <p>9. Как реализуется усилитель со статической характеристикой типа «трехпозиционное реле с гистерезисом»? Можно ли сделать электромагнитный усилитель без гистерезиса?</p> <p>10. Что является причиной наличия разрыва на механической характеристике электромагнитного реле?</p> <p>11. Что не так в схеме на рис. 63,б?</p>
6.	Интеллектуальное реле	<p>1. Каково отличие входов I0...I3 от входов I4, I5?</p> <p>2. Сколько таймеров можно реализовать в исследуемом реле?</p> <p>3. Что означает термин «рабочие биты»?</p> <p>4. Какие режимы может реализовать таймер?</p> <p>5. Какую максимальную задержку времени можно выполнить на таймере?</p> <p>6. Что обеспечивает параметр А при его установке при программировании таймеров и счетчиков?</p> <p>7. Сколько счетчиков можно реализовать в исследуемом реле?</p> <p>8. Какую максимальную уставку можно задать счетчику?</p> <p>9. Какое максимальное число последовательно включенных контактов может быть в цепи РКС?</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
7.	Тензометрические датчики	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Для чего используется построение картины НДС?</li> <li>2. Как по картине НДС определить место оптимального крепления тензорезисторов для получения наибольшей чувствительности разрабатываемого тензодатчика балочного типа?</li> <li>3. Какие мостовые схемы соединения тензорезисторов вы знаете?</li> <li>4. Какая мостовая схема позволяет достичь наибольшей чувствительности?</li> <li>5. Какие существуют способы компенсации температурной погрешности при использовании мостовых схем?</li> <li>6. Что такое балка равного сопротивления?</li> <li>7. Какой тип тензодатчика используется в лабораторных весах?</li> <li>8. Какой принцип измерения сопротивления заложен в модуле ввода сигналов с тензодатчика ОВЕН МВ110?</li> <li>9. Что такое модуль упругости и какая его связь с модулем Юнга?</li> <li>10. Какое напряжение выбрано для питания тензодатчиков и почему?</li> <li>11. Что такое метод конечных элементов и для чего он используется?</li> <li>12. Какой тип конечных элементов используется в лабораторной работе?</li> <li>13. Охарактеризуйте систему MSC Nastran? В каких отраслях используется? Какие задачи решает?</li> <li>14. Для чего используется MSC Patran?</li> <li>15. Нарисуйте вид КЭ TETRA и HEXA.</li> </ol>
8.	Электромагнитные реле и вибрационная линеаризация	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Назначение реле в схемах автоматики</li> <li>2. Объяснить конструкцию и принцип действия нейтрального реле</li> <li>3. Объяснить конструкцию и принцип действия поляризованного реле</li> <li>4. В чем заключается принцип вибрационной линеаризации и за счет чего он обеспечивается в электромагнитном реле?</li> <li>5. Какие бывают статические характеристики электромагнитных реле и как их построить?</li> <li>6. Что такое тяговая и механическая статические характеристики электромагнитных реле? Можно ли их построить для исследуемых реле?</li> <li>7. Что такое гистерезис?</li> <li>8. Какие материалы называются магнитомягкими?</li> <li>9. За счет чего после снятия напряжения управления происходит отпускание контактов реле?</li> </ol>
9.	Интеллектуальное реле	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Каково отличие входов I0...I3 от входов I4, I5?</li> <li>2. Сколько таймеров можно реализовать в исследуемом реле?</li> <li>3. Что означает термин «рабочие биты»?</li> <li>4. Какие режимы может реализовать таймер?</li> <li>5. Какую максимальную задержку времени можно выполнить на таймере?</li> </ol>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
		<p>6. Что обеспечивает параметр А при его установке при программировании таймеров и счетчиков?</p> <p>7. Сколько счетчиков можно реализовать в исследуемом реле?</p> <p>8. Какую максимальную уставку можно задать счетчику?</p> <p>9. Какое максимальное число последовательно включенных контактов может быть в цепи РКС?</p> <p>10. Как реализовать логическую операцию «И» в релейно-контактной схеме?</p> <p>11. Как реализовать логическую операцию «ИЛИ» в релейно-контактной схеме?</p> <p>12. Как реализовать логическую операцию «ИЛИ-НЕ» в релейно-контактной схеме?</p>
10.	Пневматические средства автоматизации	<p>1. Объяснить принцип действия и конструктивные особенности пневмопривода, отдельных узлов.</p> <p>2. Указать способы регулирования скорости выходного звена пневматического актуатора.</p> <p>3. Объяснить физические основы изменения скорости пневматического привода при изменении нагрузки.</p> <p>4. Какие необходимо выполнить работы с элементами привода при изменении массы полезного груза?</p> <p>5. Объяснить характер влияния изменения входного давления сжатого воздуха на работоспособность привода.</p> <p>6. Зачем нужны пневмоклапаны? Какие бывают разновидности?</p> <p>7. Как формируется УГО пневмораспределителя?</p>
11.	Двигатели постоянного тока	<p>1. На каких фундаментальных законах основана работа электродвигателей?</p> <p>2. Какой принцип действия коллекторных электродвигателей постоянного тока?</p> <p>3. Какой принцип действия бесколлекторных электродвигателей постоянного тока?</p> <p>4. Выведите математическую модель ДПТ НВ</p> <p>5. Получите из динамической модели двигателя статические характеристики</p> <p>6. Как подбирать электродвигатель?</p> <p>7. Покажите точки пускового момента и скорости холостого хода на механической характеристике</p> <p>8. Что такое номинальный режим?</p> <p>9. Как по номинальным параметрам определить единый электромагнитный коэффициент?</p>
12.	Системы воздухоподготовки	<p>1. Какие требования предъявляются к сжатому воздуху?</p> <p>2. Чем отличается СВП с централизованной и децентрализованной осушкой?</p> <p>3. Какие бывают типы компрессоров?</p> <p>4. Назовите основные компоненты СВП и их назначение</p> <p>5. Какие бывают типы блоков осушки?</p> <p>6. Что такое точка росы?</p> <p>7. Зачем нужен маслораспылитель?</p> <p>8. Какую функцию автоматики выполняет редуктор давления с фильтром?</p>

№	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
13.	Элементы программно-технических комплексов	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Сколько входов и выходов и какие имеет модуль дискретного ввода/вывода МК110 224.8Д.4Р? Нарисуйте пример подключения к ним нагрузки</li> <li>2. Какие типы входных сигналов поддерживаются модулем аналогового ввода МВ110 224.8А?</li> <li>3. Как подключаются модули Мх110 к компьютеру для их настройки?</li> <li>4. Какие настройки модулей ввода/вывода можно изменить в программе «Конфигуратор Мх110»?</li> <li>5. Как осуществить настройку информационного обмена между ПЛК1хх и модулями Мх110 в среде MasterScada 4D/CodeSys?</li> <li>6. Как снять статическую характеристику элемента автоматики с помощью ПЛК?</li> <li>7. Как снять динамическую характеристику элемента автоматики с помощью ПЛК? Какие есть ограничения?</li> </ol>

#### 4.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, классификаций, основных принципов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение выбирать технические средства автоматики и получать схемные решения
	Умение определять математические модели отдельных элементов автоматики
Навыки	Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой
	Владеть навыками расчета элементов автоматики

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Знание терминов, классификаций, основных принципов	Не знает терминов классификаций, основных принципов	Знает термины классификации, основные принципы, но допускает неточности формулировок	Знает термины классификации, основные принципы	Знает термины классификации, основные принципы, может корректно сформулировать их самостоятельно
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает только основную материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все – полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полностью усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

### Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение выбирать технические средства автоматизации и получать схемные решения	Не умеет выбирать элементы автоматизации и осуществлять их стыковку	Умеет выбирать элементы автоматизации и осуществлять их стыковку с подсказками преподавателя	Умеет выбирать элементы автоматизации, но при их стыковке необходима помощь преподавателя	Умеет выбирать элементы автоматизации и осуществлять их стыковку
Умение определять математические модели	Не умеет разрабатывать математические модели	Умеет определять математические модели	Умеет строить статические математические модели элементов	Умеет получать математические модели элементов

дели отдельных элементов автоматики		модели простейших элементов автоматики	автоматики по экспериментальным данным	автоматики, используя теоретические знания
-------------------------------------	--	--	--	--

### Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеть навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой	Не использует учебную и научную литературу для подготовки к занятиям	Имеются навыки самостоятельной работы с учебной и научной литературой, но недостаточные для полноценной подготовки	Владеет навыками самостоятельной работы с учебной и научной литературой при подготовке к занятиям	Использует учебную и научную литературу для самостоятельного приобретения новых знаний
Владеть навыками расчета элементов автоматики	В принципе не понимает как осуществлять расчет элементов автоматики	Имеет поверхностное представление о том что необходимо рассчитывать	Владеть навыками статического расчета элементов автоматики	Владеть навыками полного расчета элементов автоматики

## 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 5.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Лаборатория технических средств автоматизации и метрологии УК 4, № 203	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель стенды для исследования измерений линейных и угловых перемещений, скоростей, технологических параметров: температуры, давления, уровня, электромеханических усилителей, средств ПТК Овен, Omron
2	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий УК 4, № 323	Мультимедийный проектор, экран, ноутбук; специализированная мебель
3	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронно-информационную образовательную среду; специализированная мебель
4	Методический кабинет	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

## 5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Matlab Simulink	Лицензия №1145851 бессрочная
5	MSC Easy5, Patran, Nastran, Adams	Соглашение RE008959BST-1 от 26.11.2018
6	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
7	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
8	Master SCADA 4D	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

## 5.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Рубанов В.Г. Проектирование технических средств автоматизации / В.Г. Рубанов, Д.А. Бушуев, Ю.А. Гольцов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2017. – 118 с., ISBN 978-5-361-00574-1
2. Рубанов, В.Г. Технические средства автоматизации: лабораторный практикум: учебное пособие / В. Г. Рубанов, Д. А. Бушуев, С. В. Алексеевский. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2020. – 173 с., ISBN 978-5-361-00852-0
3. Технические измерения и приборы: измерение линейных перемещений: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: Д.А. Бушуев, В.Г. Рубанов – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 64 с.
4. Технические измерения и приборы: Измерение угловых перемещений и скоростей вращательного движения: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: Д.А. Бушуев, В.Г. Рубанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 48 с.
5. Технические измерения и приборы: Измерение давления и температуры: методические указания к выполнению лабораторных работ/сост.: Д.А. Бушуев, В.Г. Рубанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 40 с.
6. Водовозов, А. М. Элементы систем автоматизации : учеб. пособие / А. М. Водовозов. - 2-е изд., стер. - М. : Издательский центр "Академия", 2008. - 221 с. - (Высшее профессиональное образование).
7. Шишмарев, В.Ю. Технические измерения и приборы: учебное пособие / В.Ю. Шишмарев.- М.: Академия, 2012.- 384 с.

8. Шандров, Б. В. Технические средства автоматизации : учеб. / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2010. - 361 с. - (Высшее профессиональное образование).
9. Шандров, Б. В. Технические средства автоматизации : учебник / Б. В. Шандров, А. Д. Чудаков. - М. : Академия, 2007. - 362 с. - (Высшее профессиональное образование).
10. Водовозов, А. М. Элементы систем автоматики : учеб. пособие / А. М. Водовозов. - М. : Академия, 2006. - 220 с. - (Высшее профессиональное образование).
11. Рачков, М. Ю. Пневматические средства автоматизации : учеб. пособие / М. Ю. Рачков, Р. И. Дронов. - М. : МГИУ, 2005. – 287
12. Бушуев, Д.А. Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплинам «Технические средства автоматизации» и «Технические средства автоматизации и управления» [электронный ресурс]/ Д.А. Бушуев – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 13 с. Режим доступа:  
<https://elib.bstu.ru/Book/LoadPdfReader/2013040919402210907900007178>
13. Технические измерения и приборы: измерение линейных перемещений [Электронный ресурс]: Методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: Д.А. Бушуев, В.Г. Рубанов – Белгород: Изд-во БГТУ, 2011. – 64 с. Режим доступа:  
<https://elib.bstu.ru/Book/LoadPdfReader/2013040918183036161600002493>
14. Технические измерения и приборы: Измерение угловых перемещений и скоростей вращательного движения [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: Д.А. Бушуев, В.Г. Рубанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 48 с. Режим доступа:  
<https://elib.bstu.ru/Book/LoadPdfReader/2013040919402210907900007178>
15. Технические измерения и приборы: Измерение давления и температуры [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению лабораторных работ / сост.: Д.А. Бушуев, В.Г. Рубанов. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. – 40 с. Режим доступа:  
<https://elib.bstu.ru/Book/LoadPdfReader/2015122610140706400000658528>
16. Схиртладзе А.Г. Автоматизация технологических процессов и производств [Электронный ресурс]: учебник/ Схиртладзе А.Г., Федотов А.В., Хомченко В.Г.– Электрон. текстовые данные.– Саратов: Вузовское образование, 2015.– 459 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/37830>.– ЭБС «IPRbooks»
17. Муханин, Л.Г. Схемотехника измерительных устройств. Учебное пособие. [Электронный ресурс] – Электрон. дан. – СПб. : Лань, 2009. – 288 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/275> – Загл. с экрана.
18. Николайчук О.И. Современные средства автоматизации [Электронный ресурс]/ Николайчук О.И.– Электрон. текстовые данные.– М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2009.– 248 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/8693>.– ЭБС «IPRbooks»
19. Информационно-измерительная техника и электроника : учеб. / Г. Г. Раннев [и др.]. - 2-е изд., стер. - М. : Академия, 2007. - 512 с. - (Высшее профессиональное образование).
20. Рачков, М. Ю. Технические средства автоматизации : учеб. / М. Ю. Рачков ;



- МГИУ. - 2-е изд., стер. - М. : МГИУ, 2009. – 185 с.
21. Воротников, С. А. Информационные устройства робототехнических систем : учеб. пособие / С. А. Воротников. - М. : Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2005. - 382 с. - (Робототехника).
  22. Элементы систем автоматического управления и контроля: Учебник/ Н.И. Подлесный, В.Г. Рубанов. 3-е изд., перераб. и доп. К.: Вища шк., 1991. 461 с.
  23. Сырецкий Г.А. Автоматизация технологических процессов и производств. Лабораторный практикум. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Сырецкий Г.А.– Электрон. текстовые данные.– Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2012.– 116 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45350>.– ЭБС «IPRbooks»
  24. Сырецкий Г.А. Автоматизация технологических процессов и производств. Часть 2 [Электронный ресурс]: лабораторный практикум/ Сырецкий Г.А.– Электрон. текстовые данные.– Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет, 2014.– 80 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45351>.– ЭБС «IPRbooks»
  25. Автоматизация и управление в технологических комплексах [Электронный ресурс]/ А.М. Русецкий [и др.].– Электрон. текстовые данные.– Минск: Белорусская наука, 2014.– 376 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/29574>.– ЭБС «IPRbooks»
  26. Автоматизация физических исследований и эксперимента. Компьютерные измерения и виртуальные приборы на основе LabVIEW 7 [Электронный ресурс]/ П.А. Бутырин [и др.].– Электрон. текстовые данные.– М.: ДМК Пресс, 2008.– 265 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7856>.– ЭБС «IPRbooks»
  27. Тихонов А.Ф. Автоматизация строительных и дорожных машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Тихонов А.Ф., Демидов С.Л., Дроздов А.Н.– Электрон. текстовые данные.– М.: Московский государственный строительный университет, ЭБС АСВ, 2013.– 254 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/23716>.– ЭБС «IPRbooks»
  28. Гринчар Н.Г. Основы пневмопривода машин [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Гринчар Н.Г., Зайцева Н.А.– Электрон. текстовые данные.– М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2015.– 364 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/45289>.– ЭБС «IPRbooks»
  29. Гончаревич И.Ф. Основы робототехники. Механизмы выдвижения и поворота робота-погрузчика с пневмоприводом [Электронный ресурс]: методические рекомендации/ Гончаревич И.Ф., Никулин К.С.– Электрон. текстовые данные.– М.: Московская государственная академия водного транспорта, 2014.– 62 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/46498>.– ЭБС «IPRbooks»
  30. Герасенков А.А. Автоматика [Электронный ресурс]: основные понятия, терминология и условные обозначения. Справочное пособие/ Герасенков А.А., Шавров А.А., Липа О.А.– Электрон. текстовые данные.– М.: Российский государственный аграрный заочный университет, 2008.– 104 с.– Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/20649>.– ЭБС «IPRbooks»

31. Машиностроение. Том IV-2. Электропривод. Гидро- и виброприводы. Книга 1. Электроприводы [Электронный ресурс]: энциклопедия/ Л.Б. Масандилов [и др.]. – Электрон. текстовые данные. – М.: Машиностроение, 2012. – 520 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/18548>. – ЭБС «IPRbooks»
32. Технические средства автоматизации: Лабораторный практикум / В.В. Мишунин, Е.М. Паращук, Ю.А. Гольцов, В.Г. Рубанов. Белгород: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2005. 88 с.

#### Справочно-нормативная литература

1. ГОСТ 24.104-85. Автоматизированные системы управления. Общие требования.
2. ГОСТ 21.404-85. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
3. ГОСТ 21.208-2013. Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
4. ГОСТ 2.701-2008. ЕСКД схемы, виды и типы. общие требования к выполнению
5. ГОСТ 32.602-89. Техническое задание на создание автоматизированной системы.
6. ГОСТ 26.015-81. Средства измерений и автоматизации. Сигналы пневматические входные и выходные.
7. ГОСТ 26.012-94 Приборы и средства автоматизации. Сигналы гидравлические входные и выходные.
8. ГОСТ 14770-69. Устройства исполнительные ГСП. Технические требования.
9. ГОСТ 13053-76. Приборы и устройства пневматические ГСП. Общие технические условия.
10. ГОСТ 13762-86. Средства измерений и контроля линейных и угловых размеров.
11. ГОСТ 26.011-80. Средства измерений и автоматизации. Сигналы тока и напряжения электрические непрерывные входные и выходные.
12. ГОСТ 2.709-89 «ЕСКД. Обозначения условные проводов и контактных соединений электрических элементов, оборудования и участков цепей в электрических схемах».
13. ГОСТ 2.721-74 «ЕСКД. Обозначения условные графические в схемах. Обозначения общего применения»
14. ГОСТ 2.755-87 «ЕСКД. Обозначения условные графические в электрических схемах. Устройства коммутационные и контактные соединения».
15. ГОСТ 2.710-81 Обозначения буквенно-цифровые

#### **5.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем**

1. Энциклопедия АСУТП [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.bookasutp.ru>
2. Средства и системы компьютерной автоматизации [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.asutp.ru>

3. Портал по автоматике [Электронный ресурс]: Режим доступа:  
<http://www.automation-system.ru>
4. Центр измерительных технологий и промышленной автоматизации [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.automationlabs.ru>
5. Библиотека специалиста по КИПиА [Электронный ресурс]: Режим доступа:  
<http://www.kipiasoft.su>
6. База нормативной технической документации [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.complexdoc.ru>

## УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ / 20\_\_\_\_ учебный год без изменений.

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ В. Г. Рубанов  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО

Директор института \_\_\_\_\_ А. В. Белоусов  
подпись \_\_\_\_\_ ФИО