

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «ВГТУ», ВГТУ)

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Председатель ученого совета  
факультета энергетики и систем управления

\_\_\_\_\_ А.В. Бурковский

(подпись)

«\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**Технология роботизированного производства**

(наименование дисциплины (модуля) по УП)

**Закреплена за кафедрой:** электропривода, автоматики и управления в технических системах

**Направление подготовки (специальности):**

**13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"**

(код, наименование)

**направленность:** Электропривод и автоматика робототехнических систем

(название профиля по УП)

**Часов по УП: 216; Часов по РПД: 216;**

**Часов по УП (без учета часов на экзамены): 180; Часов по РПД: 180;**

**Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по УП: 0**

**Часов на интерактивные формы (ИФ) обучения по РПД: 0**

**Часов на самостоятельную работу по УП: 90 (50 %);**

**Часов на самостоятельную работу по РПД: 90 (50 %)**

**Общая трудоемкость в ЗЕТ: 6;**

**Виды контроля в семестрах (на курсах):** Экзамены – 7; Зачеты – 0; Зачеты с оценкой – 8; Курсовые проекты – 0; Курсовые работы – 0.

**Форма обучения:** очная;

**Срок обучения:** нормативный.

**Распределение часов дисциплины по семестрам**

Вид занятий	№ семестров, число учебных недель в семестрах					
	7 / 12		8 / 12		Итого	
	УП	РПД	УП	РПД	УП	РПД
Лекции	18	18	12	12	30	60
Лабораторные			24	24	24	42
Практические	36	36	-	-	36	18
Ауд. занятия	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
Сам. работа	<b>54</b>	<b>54</b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>90</b>	<b>90</b>
Итого	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

**Сведения о ФГОС, в соответствии с которым разработана рабочая программа дисциплины (модуля) – 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», утвержден приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 3 сентября 2015 г. № 955.**

**Программу составил:** \_\_\_\_\_ к.т.н., Трубецкой В.А.  
(подпись, ученая степень, ФИО)

**Рецензент (ы):** \_\_\_\_\_ к.т.н., Медведев В.А.

Рабочая программа дисциплины составлена на основании учебного плана подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электропривод и автоматика робототехнических систем».

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах, протокол № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 201\_\_ г.

Зав. кафедрой ЭАУТС \_\_\_\_\_ В.Л. Бурковский

Председатель МКНП \_\_\_\_\_ А.В. Тикунов

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	<p><b>Цель изучения дисциплины</b> – обеспечение специальной профессиональной подготовки, позволяющей будущим специалистам использовать основные методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования, а также разрабатывать технологические процессы изготовления, сборки и испытания проектируемых узлов и агрегатов.</p> <p>Изучение дисциплины должно развить способности специалиста проводить качественный и количественный анализ опасностей сопровождающих эксплуатацию разрабатываемых узлов и агрегатов и обосновывать меры по их предотвращению.</p>
1.2	<b>Для достижения цели ставятся задачи:</b>
1.2.1	анализировать технологические процессы в различных отраслях промышленности с целью выработки рекомендаций по их роботизации;
1.2.2	применять способы организации и компоновки РТК, определять состав технологического оборудования, используемого в автоматизированном производстве;
1.2.3	разрабатывать технические предложения и технические задания на создание роботизированных комплексов с конкретными техническими характеристиками;

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Цикл (раздел) ОПОП: Б1	код дисциплины в УП: Б1.В. ДВ.5.1
<b>2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося</b>	
Для успешного освоения дисциплины студент должен иметь подготовку по математике (ОПК-2), информатике (ОПК-2), физике (ОПК-2), теоретической механике (ОПК-2), теоретическим основам электротехники (ОПК-2), управление в технических системах (ПВК-4), электрический привод (ПВК-4), информационные устройства и системы (ПВК-4), электронные устройства роботов (ПВК-4)	
<b>2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее</b>	
Б2.П.2	Преддипломная практика
Б3	Государственная итоговая аттестация

### 3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Код и наименование компетенции	
1	2
ОПК-2	способность применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач.
	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– физико-математический аппарат описания подсистем робота; области применения мехатронных и робототехнических систем;</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выбирать необходимые типы мехатронных и робототехнических систем;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– способностью оценивать различные мехатронных и робототехнические системы на пригодность решения конкретной задачи.</li> </ul>
ПВК-4	способность рассчитывать режимы работы и параметры оборудования электромеханических комплексов и электроэнергетических систем.
	<p><b>Знает:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– принципы построения робототехнических систем; методы, уровни и этапы проектирования; алгоритмы проектирования подсистем роботов.</li> </ul> <p><b>Умеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять расчетно-графические работы по проектированию информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем;</li> </ul> <p><b>Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– навыками выбора робота по вектору выходных показателей; навыками расчета и выбора элементов и подсистем робота; навыками использования прикладных программ для расчета элементов подсистем роботов.</li> </ul>

#### В результате освоения дисциплины обучающийся должен

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	– физико-математический аппарат описания подсистем робота; области применения мехатронных и робототехнических систем;
3.1.2	– принципы построения робототехнических систем; методы, уровни и этапы проектирования; алгоритмы проектирования подсистем роботов.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	– выбирать необходимые типы мехатронных и робототехнических систем;
3.2.2	– выполнять расчетно-графические работы по проектированию информационных, электромеханических, электрогидравлических, электронных и микропроцессорных модулей мехатронных и робототехнических систем.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	– способностью оценивать различные мехатронных и робототехнические системы на пригодность решения конкретной задачи;
3.3.2	– навыками выбора робота по вектору выходных показателей; навыками расчета и выбора элементов и подсистем робота; навыками использования прикладных программ для расчета элементов подсистем роботов.

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Вид учебной нагрузки и их трудоемкость в часах				
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	СРС	Всего часов
1	Введение. Промышленные роботы в системе комплексной автоматизации производства	7	1	1			5	6
2	Системный подход к проектированию ПР и РТС	7	2	1			5	6
3	Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов	7	3-4	2	16		5	23
4	Агрегатно-модульный метод построения промышленных роботов	7	5	2	12		5	18
5	Области применения ПР. Особенности конструктивного исполнения. Конструирование роботов для экстремальных сред	7	6-7	2			5	7
6	Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота	7	8-10	2	8		5	15
7	Кинематика и динамика робота	7	11-13	4			9	13
8	Конструирование манипуляционных механизмов	7	14	1			5	6
9	Расчет и выбор захватных устройств ПР	7	15-16	1			5	6
10	Расчет и конструирование механизмов передач ПР	7	17-18	2			5	7
11	Гибкие производственные системы	8	23-24	2			6	8
12	Проектирование применения роботов в технологических процессах	8	25-27	4		6	8	18
13	Имитационное моделирование роботов и роботизированных технологических комплексов	8	28-30	2		18	10	30
14	Роботизация технологических процессов в электронной промышленности	8	31-32	2			6	8
15	Технология роботизированной обработки материалов в машиностроении	8	33-34	2			6	8
	Итого			30	36	24	90	180

#### 4.1 Лекции

Неделя семестра	Тема и содержание лекции	Объем часов	В том числе, в интерактивной форме
<b>7 семестр</b>		<b>18</b>	<b>0</b>
<b>1. Введение. Промышленные роботы в системе комплексной автоматизации производства</b>		<b>1</b>	–
1	Назначение, цели и задачи курса. Основные понятия и определения.	1	–
<b>2. Системный подход к проектированию ПР и РТС</b>		<b>1</b>	
1	Сущность системного подхода к вопросам анализа и синтеза роботов и РТС. Понятие системы и ее атрибуты. Особенности робота как системы, функции робота. Структура робота в составе РТС. Энергетический и информационный потоки в роботе. Постановка задачи анализа и синтеза роботов. <i>Самостоятельное изучение.</i> Принципы системного анализа.	1	–
<b>3. Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов</b>		<b>2</b>	–
3	Структура проектирования роботов и РТС. Этапы проектирования, стадии проектирования. Проектные характеристики промышленного робота. Алгоритмы формирования основных проектных решений по промышленным роботам. <i>Самостоятельное изучение.</i> Основы структурного и параметрического синтеза технических систем.	2	–
<b>4. Агрегатно-модульный метод построения промышленных роботов</b>		<b>2</b>	–
5	Сущность агрегатно-модульного принципа построения ПР. Преимущества и недостатки. Классификация агрегатно-модульных конструкций ПР. Унификация и стандартизация основных параметров ПР и узлов. Варианты конструкций ПР агрегатно-модульного типа. <i>Самостоятельное изучение.</i> Расчет погрешности позиционирования роботов агрегатно-модульного типа.	2	–
<b>5. Области применения ПР. Особенности конструктивного исполнения. Конструирование роботов для экстремальных сред</b>		<b>2</b>	–
7	Области применения. Конструирование роботов для экстремальных сред. <i>Самостоятельное изучение.</i> Военные роботы. Конструктивные особенности ПР для различных производств. Системы уравновешивания.	2	–
<b>6. Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота</b>		<b>2</b>	–
9	Алгоритм проектирования исполнительного устройства. Синтез кинематической модели. Формирование механической модели. Синтез динамической модели. Алгоритм проектирования устройства управления. Формирование функций. Формирование критериев качества. Формирование информационного обеспечения. Разработка основных проектных решений по каналам передачи информации. Алгоритм проектирования информационной системы. Формирование структуры. Расчет и выбор элементов. Варианты структурной реализации системы управления. Варианты кинематических моделей роботов. <i>Самостоятельное изучение.</i> Датчики внутренней и внешней информации.	2	–

<b>7. Кинематика и динамика робота</b>		<b>4</b>	
11	<p>Моделирование роботов. Требования к моделям. Место модели в структуре проектирования. Структура «полной» модели робота. Кинематическая модель робота. Прямая и обратная задачи кинематики. Сущность метода однородных координат. Варианты кинематической модели. Кинематические характеристики.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Кинематические модели роботов с цилиндрической, сферической и угловой системами координат.</p>	2	–
13	<p>Кинематический расчет ПР. Выбор компоновки кинематической модели робота по условиям точности и быстродействия. Точностной расчет ПР. Кинематическая точность ПР. Линейная и угловая ошибки ПР. Структура динамической модели робота. Алгоритм составления динамической модели с использованием метода Лагранжа. Исследование динамической модели.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Структурное представление динамической модели для типовых компоновок манипуляционных устройств.</p> <p>Расчет кинематической ошибки для типовых вариантов кинематической модели.</p>	2	–
<b>8. Конструирование манипуляционных механизмов</b>		<b>1</b>	–
15	<p>Компоновка модулей. Выбор геометрических и функциональных соотношений между элементами манипуляционного механизма. Оценка масс и моментов инерции подвижных элементов. Силовой расчет модулей. Точностной расчет. Расчет модулей на жесткость.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Передаточные механизмы. Выбор оптимального коэффициента редукции.</p>	1	–
<b>9. Расчет и выбор захватных устройств ПР</b>		<b>1</b>	–
15	<p>Требования к захватным устройствам. Варианты захватных устройств. Методика расчета и выбора механических захватных устройств. Методика расчета и выбора вакуумных и электромагнитных захватных устройств. Варианты компоновки схватов.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Варианты конструкции захватных устройств. Варианты схем захвата механических захватных устройств.</p>	1	–
<b>10. Расчет и конструирование механизмов передач ПР</b>		<b>2</b>	–
17	<p>Рычажные, пантографные, рычажно-зубчатые механизмы. Волновые зубчатые и ленточные передачи. Уравновешивающие механизмы ПР.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Варианты реализации уравновешивающих механизмов. Планетарные редукторы.</p>	2	–
<b>8 семестр</b>		<b>12</b>	<b>0</b>
<b>11. Гибкие производственные системы</b>		<b>2</b>	
23	<p>Понятие гибкости производства. Особенности ГАП. Преимущества и перспективы ГАП. Требования к проектированию ГПС.</p> <p>Компоновка ГПС.</p>	2	
<b>12. Проектирование применения роботов в технологических процессах</b>		<b>4</b>	
25	<p>Обследование ТП. Подробное изучение технологической операции. Разработка геометрической компоновки. Составление описания задания и выбор модели ПР.</p> <p><u>Самостоятельное изучение.</u> Рейтинг технологических операций.</p>	2	
27	<p>Меры защиты персонала и оптимизация геометрической компоновки. Разработка циклограммы РТК. Проектирование рабочего органа.</p> <p>Разработка вспомогательного оборудования.</p>	2	

<b>13. Имитационное моделирование роботов и роботизированных технологических комплексов</b>		2	
29	Понятие имитационной модели. Задачи, решаемые с помощью имитационного моделирования. Механизм продвижения времени в имитационной модели. Требования к имитационной модели промышленного робота. Способы оценки времени позиционирования ПР. Интегральные критерии оценки результатов имитационного моделирования. Сравнение различных типов моделей цикловых и позиционных ПР.	2	
<b>14. Роботизация технологических процессов в электронной промышленности</b>		2	
31	Роботизация и автоматизация изготовления п/п пластин: резка слитков на п/п пластины, шлифовка и полировка пластин	2	
<b>15. Технология роботизированной обработки материалов в машиностроении</b>		2	
33	Роботизированный технологический процесс литья под давлением. Роботизированный технологический процесс литья по выплавляемым формам. Роботизированный технологический процесс кузнечного производства. Свободная ковка. Вальцовка. <i>Самостоятельное изучение.</i> Роботизированный технологический процесс формования пластмассовых моделей	2	
<b>Итого часов</b>		<b>30</b>	<b>0</b>

#### 4.2 Практические занятия

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе в (ИФ)	Виды контроля
1	2	3	4	5
<b>7 семестр</b>		<b>36</b>	<b>0</b>	
<b>Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов</b>		<b>16</b>		
2	Решение прямой и обратной задач кинематики с учетом только переносных степеней подвижности	4		Проверка выполнения задания
4	Решение задач кинематики с учетом ориентирующих степеней подвижности манипулятора	4		Проверка выполнения задания
6	Определение элементов матрицы положения для манипулятора, работающего в цилиндрической системе координат	4		Проверка выполнения задания
8	Определение элементов матрицы положения для манипулятора, работающего в сферической системе координат	4		Проверка выполнения задания
<b>Агрегатно-модульный метод построения промышленных роботов</b>		<b>12</b>		

10	Выбор компоновки промышленных роботов модульного типа по условиям точности	4		Проверка выполнения задания
12	Расчет погрешности позиционирования робота с компоновкой типа $V \parallel P \perp P$	4		Проверка выполнения задания
14	Расчет погрешности позиционирования робота с компоновкой типа $V \perp V \parallel P$	4		Проверка выполнения задания
<b>Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота</b>		<b>8</b>		
16	Кинестатический расчет типовых компоновок промышленных роботов	4		Проверка выполнения задания
18	Кинестатика манипулятора, работающего в цилиндрической системе координат	4		Проверка выполнения задания
<b>Итого часов</b>		<b>36</b>	<b>0</b>	

#### 4.3 Лабораторные работы

Неделя семестра	Тема и содержание практического занятия	Объем часов	В том числе, интерактивной форме	Виды контроля
<b>8 семестр</b>		<b>24</b>	-	
<b>Проектирование применения роботов в технологических процессах</b>		<b>6</b>	-	Защита лабораторной работы
23-25	Построение циклограммы работы учебного РТК штамповки.	6	-	Защита лабораторной работы
<b>Имитационное моделирование роботов и роботизированных технологических комплексов</b>		<b>18</b>	-	
26-28	Имитационная модель учебного РТК штамповки.	6	-	Защита лабораторной работы
29-31	Сравнение вариантов имитационных моделей позиционных ПР.	6	-	Защита лабораторной работы
32-34	Исследование имитационной модели РТК механообработки.	6	-	Защита лабораторной работы
<b>Итого часов</b>		<b>24</b>	-	

#### 4.4 Самостоятельная работа студента (СРС)

Неделя семестра	Содержание СРС	Виды контроля	Объем часов
1	2	3	4
<b>7 семестр</b>		<b>Зачет</b>	<b>54</b>
1	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 1	допуск к выполнению	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
2	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	отчет, защита	1
3	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работы 1	допуск к выполнению	1,0
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
4	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 2	допуск к выполнению	1
	Подготовка к практическому занятию	отчет, защита	1
5	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
6	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1
	Подготовка к защите лаб. работы 2	допуск к выполнению	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1,0
7	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 3	допуск к выполнению	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
8	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
9	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работы 3	отчет, защита	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
10	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 4	допуск к выполнению	1,0
11	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
12	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1,0
	Подготовка к защите лаб. работы 4	отчет, защита	1
13	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 5	допуск к выполнению	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1

1	2	3	4
14	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
15	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защит лаб. работы 5	отчет, защита	1,0
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
16	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	1
	Подготовка к выполнению лаб. работы 6	допуск к выполнению	1,0
17	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
	Подготовка к защите лаб. работы 6	отчет, защита	1
	Подготовка к практическому занятию	проверка выполнения задания	0,5
18	Подготовка к зачету	зачет	1
<b>8 семестр</b>		<b>Зачет с оценкой</b>	<b>36</b>
23	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 7	допуск к выполнению	2
24	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1,0
	Подготовка к защите лаб. работы 7	отчет, защита	1
25	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1
26	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1,0
27	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка к выполнению лаб. работы 8	допуск к выполнению	1
28	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1,0
	Подготовка к защите лаб. работы 8	отчет, защита	1
29	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1,0
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1,0
30	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка к выполнению лаб. работе 9	проверка конспекта	1
31	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1,0
	Подготовка к защите лаб. работы 9	допуск к выполнению	1
32	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	2
	Подготовка конспекта по теме для самостоятельного изучения	проверка конспекта	1,0
	Подготовка к выполнению лаб. работы 10	допуск к выполнению	1
33	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1,0
	Подготовка к защите лаб. работы 10	отчет, защита	1
34	Работа с конспектом лекции, с учебниками	опрос	1,0
	Подготовка к зачету с оценкой	зачет с оценкой	6,0

## **Методические рекомендации для студентов по освоению дисциплин образовательной программы высшего образования**

Цель методических рекомендаций – обеспечить студенту оптимальную организацию процесса изучения дисциплины, а также выполнения различных форм самостоятельной работы.

### **1. Методические рекомендации по изучению дисциплины**

Студентам необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (далее – РПД), с ее целями и задачами, связями с другими дисциплинами образовательной программы, методическими разработками по данной дисциплине, имеющимися в библиотеке и в электронной информационно-образовательной среде.

#### **1.1. Рекомендации по подготовке к лекционным занятиям (теоретический курс)**

Изучение дисциплины требует систематического и последовательного накопления знаний. Поэтому контроль над систематической работой студентов всегда находится в центре внимания кафедры.

Студентам необходимо:

- на определенные лекции приносить соответствующий материал на бумажных носителях, представленный лектором в электронной информационно-образовательной среде (таблицы, графики, схемы). Данный материал характеризуется, комментируется, дополняется непосредственно на лекции;

- перед очередной лекцией необходимо просмотреть по конспекту материал предыдущей лекции. При затруднениях в восприятии материала следует обратиться к основным литературным источникам и к лектору.

#### **1.2. Рекомендации по подготовке к практическим (лабораторным) занятиям**

Студентам следует:

- приносить с собой рекомендованную преподавателем литературу к конкретному занятию;
- до очередного занятия по рекомендованным литературным источникам проработать теоретический материал, соответствующей теме занятия;

- в начале занятия задать преподавателю вопросы по материалу, вызвавшему затруднения в его понимании и освоении при решении задачи;

- каждую задачу доводить до окончательного решения, демонстрировать понимание проведенных расчетов, в случае затруднений обращаться к преподавателю.

Студентам, пропустившим практические занятия (независимо от причин), не имеющим письменного решения задач или не подготовившимся к данному занятию, необходимо не позже чем в 2-недельный срок отчитаться по теме, изучавшейся на занятии.

### **2. Методические рекомендации по подготовке к зачету и зачету с оценкой**

При подготовке к зачету с оценкой и экзамену особое внимание обратить на следующие моменты:

- необходимо стремиться не заучивать материал лекций, а улавливать логическую связь его построения, что позволяет успешно его воспринимать и отвечать на зачете и экзамене;

- в ходе изучения материала лекций следует в максимальной степени использовать знания, полученные при освоении других дисциплин;

- при проработке конспектов лекций и самостоятельном изучении материала необходимо использовать рекомендованную в рабочей программе основную и дополнительную литературу.

Необходимо учитывать, что по данной дисциплине осуществляются текущий контроль знаний (в течение шестого, седьмого и восьмого семестров) и промежуточная аттестация (зачет в конце шестого семестра; зачет с оценкой в конце седьмого семестра, курсовой проект и экзамен в конце восьмого семестра).

Текущий контроль успеваемости осуществляется путем собеседований в ходе приема отчетов по лабораторным работам. Студенты допускаются к зачету, зачету с оценкой и экзамену только после полного выполнения и отчитывания запланированных лабораторных работ.

### 3. Методические рекомендации по работе с литературой

При проработке конспектов лекций и самостоятельном изучении разделов теоретического материала необходимо использовать учебник и учебное пособие:

1. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань», 2012.
2. Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И. Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. В 2-х кн.. - М. : Наука, 2006.
3. Белов М.П., Новиков В.А., Рассудов Л.Н. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов: Учеб. для вузов, 2004.
4. Юревич Е. И. Основы робототехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург, 2005.

При подготовке, выполнении и сдаче лабораторных работ следует использовать методические указания:

1. Ревнёв С.С., Трубецкой В.А. Методические указания к лабораторным работам № 1 - 3 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения, 2010
2. Ревнёв С.С., Трубецкой В.А. Методические указания к лабораторным работам № 4 - 7 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения, 2010
3. Ревнёв С.С., Трубецкой В.А. Методические указания к лабораторным работам № 8 - 10 по дисциплине «Исполнительные системы роботов» для студентов специальности 220402 «Роботы и робототехнические системы» очной и очно-заочной форм обучения

## 5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

	<b>В рамках изучения дисциплины предусмотрены следующие образовательные технологии:</b>
5.1	<b>информационные лекции;</b>
5.2	<b>практические занятия:</b> – совместное обсуждение вопросов лекций, – решение практических задач, связанных с профессиональной деятельностью;
5.3	<b>лабораторные работы:</b> – выполнение лабораторных работ, – защита выполненных работ;
5.4	<b>самостоятельная работа студентов:</b> – изучение теоретического материала, – подготовка к лекциям и практическим занятиям, – подготовка к лабораторным работам, – работа с учебно-методической литературой, – оформление конспектов лекций, подготовка отчетов, – выполнение курсового проекта, – подготовка к текущему контролю успеваемости, а также промежуточной аттестации;

5.5	<b>консультации</b> по всем вопросам учебной программы;
5.6	<b>информационные технологии:</b> – личный кабинет обучающегося, – самостоятельный поиск дополнительного учебного и научного материала, с использованием поисковых систем и сайтов сети Интернет, электронных энциклопедий и баз данных, – использование электронной почты преподавателей и обучающихся для рассылки, переписки и обсуждения возникших учебных проблем.

## 6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

### Паспорт компетенций для текущего контроля для РПД

Разделы дисциплины	Объект контроля	Форма контроля	Метод контроля	Срок выполнения
1	2	3	4	5
Введение. Промышленные роботы в системе комплексной автоматизации производства	Основные понятия и определения. Структура и элементы РТС.	Опрос	Устный	1 неделя
Системный подход к проектированию ПР и РТС	Стадии и этапы проектирования. Принцип системного подхода.	Опрос	Устный	2 неделя
Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов	Структура процесса проектирования технических объектов. Схемы алгоритмов проектирования.	Опрос	Устный	3-4 недели
Агрегатно-модульный метод построения промышленных роботов	Принципы агрегатно-модульного метода проектирования. Методика расчета характеристик модульных роботов.	Опрос	Устный	5 неделя
Области применения ПР. Особенности конструктивного исполнения. Конструирование роботов для экстремальных сред	Методы аналитического конструирования робота. Структура синтеза технических объектов.	Опрос	Устный	6-7 недели
Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота	Схемы алгоритмов проектирования управляющей, исполнительной и информационной подсистем робота.	Опрос	Устный	8-10 недели

Кинематика и динамика робота	Кинематические и динамические модели роботов. Методы формирования кинематических и динамических моделей.	Защита лабораторных работ Тестирование	Устный	11-13 недели
1	2	3	4	5
Конструирование манипуляционных механизмов	Методика конструирования манипуляционных механизмов. Варианты манипуляционных моделей.	Защита лабораторной работы	Устный	14 неделя
Расчет и выбор захватных устройств ПР	Алгоритм синтеза захватных устройств, типы и виды захватных устройств, характеристики захватных устройств.	Защита лабораторных работ Тестирование	Устный	15-16 недели
Расчет и конструирование механизмов передач ПР	Модель состава механических передач. Виды механических передач. Характеристики механических передач.	Опрос Тестирование		17-18 недели
Гибкие производственные системы	Структура ГПС. Функции ГПС.	Опрос	Устный	23-24 недели
Проектирование применения роботов в технологических процессах	Функциональная схема роботизированного производства. Методы временного и пространственного согласования параметров робота с параметрами технологического оборудования.	Защита лабораторной работы	Устный	25-27 недели
Имитационное моделирование роботов и роботизированных технологических комплексов	Методы имитационного моделирования. Структура и состав имитационной модели.	Защита лабораторных работ	Устный	28-30 недели
Роботизация технологических процессов в электронной промышленности	Структура и состав роботизированного производства в электронной промышленности. Варианты реализации.	Опрос	Устный	32 неделя
Технология роботизированной обработки материалов в машиностроении	Структура и состав роботизированного производства в машиностроении. Варианты реализации.	Опрос	Устный	33-34 недели

Полная спецификация оценочных средств, объектов, форм, методов контроля, контрольных материалов в привязке к формируемым компетенциям и критериев оценки приводится в Фонде оценочных средств по дисциплине, являющемся приложением к рабочей программе.

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

<b>7.1. Рекомендуемая литература</b>				
№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Годы из- дания. Вид издания	Обеспе- чен- ность
1	2	3	4	5
<b>7.1.1. Основная литература</b>				
7.1.1.1	Лукинов А.П.	Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань»	2012 печат.	0,5
7.1.1.2	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. Кн.1. - М. : Наука	2006 печат.	1
7.1.1.3	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. Кн.2. - М. : Наука	2006 печат.	1
7.1.1.4	Климов А.С., Машнин Н.Е.	Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учеб. пособие	2011 печат.	0,5
<b>7.1.2. Дополнительная литература</b>				
7.1.2.1	Юревич Е. И.	Основы робототехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург	2005 печат.	1
<b>7.1.3. Методические разработки</b>				
7.1.3.1	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1–2 по дисциплине «Технология роботизированного производства» для студентов направления подготовки 221000 «Мехатроника и робототехника» по профилю «Промышленная и специальная робототехника» очной формы обучения	2013 эл. но- ситель	1
7.1.3.2	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 3–4 по дисциплине «Технология роботизированного производства» для студентов направления подготовки 221000 «Мехатроника и робототехника» по профилю «Промышленная и специальная робототехника» очной формы обучения	2013 эл. но- ситель	1
7.1.3.3	Трубецкой В.А. Ревнёв С.С.	Методические указания к практическим занятиям по курсу "Проектирование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы " дневной и очно-заочной форм обучения	2010 эл. ре- сурс.	1
7.1.2.4	Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 4-6 по дисциплине "Проектирование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения	2010 эл. ре- сурс.	1
<b>7.1.4. Программное обеспечение и интернет ресурсы</b>				

7.1.4.1	Методические указания к выполнению лабораторных работ представлены в электронной информационно-образовательной среде.
7.1.4.2	В качестве дополнительного средства для освоения дисциплины используются программные средства системы MATLAB

## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

<b>8.1</b>	<b>Специализированная лекционная аудитория, оснащенная проекционной аппаратурой</b>
<b>8.2</b>	<b>Специализированная учебная лаборатория робототехнических систем для проведения лабораторного практикума</b>

## Приложение 1

### Карта обеспеченности рекомендуемой литературой

№ п/п	Авторы, составители	Заглавие	Год издания. Вид издания	Обеспеченность
1	2	3	4	5
<b>1. Основная литература</b>				
Л1.1	Лукинов А.П.	Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: учеб. пособие. – СПб.: Издательство «Лань»	2012 печат.	0,5
Л1.2	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. Кн.1. - М. : Наука	2006 печат.	1
Л1.3	Корендясев А.И., Саламандра Б. Л., Тывес Л. И.	Теоретические основы робототехники: В 2 кн.: монография. Кн.2. - М. : Наука	2006 печат.	1
Л1.4	Климов А.С., Машнин Н.Е.	Роботизированные технологические комплексы и автоматические линии в сварке: учеб. пособие	2011 печат.	0,5
<b>2. Дополнительная литература</b>				
Л2.1	Юревич Е. И.	Основы робототехники : учеб. пособие 2-е изд. - СПб.: БХВ-Петербург	2005 печат.	1
<b>3. Методические разработки</b>				
Л3.1	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 1–2 по дисциплине «Технология роботизированного производства» для студентов направления подготовки 221000 «Мехатроника и робототехника» по профилю «Промышленная и специальная робототехника» очной формы обучения	2013 эл. носитель	1
Л3.2	Ревнёв С.С., Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 3–4 по дисциплине «Технология роботизированного производства» для студентов направления подготовки 221000 «Мехатроника и робототехника» по профилю «Промышленная и специальная робототехника» очной формы обучения	2013 эл. носитель	1
Л3.3	Трубецкой В.А. Ревнёв С.С.	Методические указания к практическим занятиям по курсу "Проектирование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы " дневной и очно-заочной форм	2010 эл. ресурс.	1
Л3.4	Трубецкой В.А.	Методические указания к лабораторным работам № 4-6 по дисциплине "Проектирование роботов и РТС" для студентов специальности 220402 "Роботы и робототехнические системы" очной формы обучения	2010 эл. ресурс.	1

Заведующий кафедрой ЭАУТС \_\_\_\_\_ Бурковский В.Л.  
 Директор НБ ВГТУ \_\_\_\_\_ Буковшина Т.И.

## Приложение 2

### Фонд оценочных средств

#### Вопросы к зачету

1. Уровни автоматизации.
2. Технико-экономическое обоснование применения ПР
3. Основные схемы применения ПР
4. Сущность системного подхода к вопросам анализа и синтеза роботов и РТС
5. Системный подход к проектированию ПР и РТС
6. Особенности робота как системы, функции робота
7. Структура робота в составе РТС. Энергетический и информационный потоки в работе
8. Постановка задачи анализа и синтеза роботов
9. Структура проектирования роботов и РТС. Этапы проектирования, стадии проектирования
10. Проектные характеристики промышленного робота
11. Алгоритмы формирования основных проектных решений по промышленным роботам
12. Агрегатно-модульный метод построения ПР
13. Области применения ПР. Особенности конструктивного исполнения. Конструирование роботов для экстремальных сред
14. Области применения. Конструктивные особенности ПР для различных производств
15. Алгоритмы проектирования подсистем ПР
16. Алгоритм проектирования исполнительного устройства
17. Синтез кинематической модели
18. Формирование механической модели
19. Синтез динамической модели
20. Алгоритм проектирования устройства управления
21. Алгоритм проектирования информационной системы
22. Исследование кинематики и динамики роботов
23. Кинематическая модель робота. Прямая и обратная задачи кинематики. Сущность метода однородных координат. Варианты кинематической модели. Кинематические характеристики
24. Кинематический расчет ПР. Выбор компоновки кинематической модели робота по условиям точности и быстродействия
25. Точностной расчет ПР. Кинематическая точность ПР. Линейная и угловая ошибки ПР
26. Структура динамической модели робота. Алгоритм составления динамической модели с использованием метода Лагранжа. Исследование динамической модели
27. Конструирование манипуляционных механизмов
28. Компоновка модулей
29. Выбор геометрических и функциональных соотношений между элементами манипуляционного механизма
30. Оценка масс и моментов инерции подвижных элементов
31. Силовой расчет модулей
32. Методика расчета и выбора механических захватных устройств
33. Методика расчета и выбора вакуумных и электромагнитных захватных устройств. Варианты компоновки схватов
34. Расчет и конструирование механизмов и передач ПР
35. Уравновешивающие механизмы ПР
36. Структура РТС в составе ГПС
37. Два варианта постановки задачи проектирования РТС
38. Принципы построения РТС. Алгоритмы проектирования
39. Адаптивные РТС
40. Алгоритм расчета геометрической компоновки РТС
41. Принципы построения и структура транспортно-технологических схем

## Вопросы к зачету с оценкой

1. Поколения промышленных роботов
2. Области применения ПР.
3. История развития робототехники
4. Классификация ПР.
5. Основные термины и определения робототехники.
6. Робот в системе комплексной автоматизации производства
7. Структура исполнительных устройств робота.
8. Приводы роботов. Определение. Назначение, классификация.
9. Кинематические схемы манипуляторов.
10. Захватные устройства и их классификация.
11. Назначение и классификация информационных устройств.
12. Иерархическая структура системы управления.
13. Варианты кинематической модели. Кинематические характеристики
14. Выбор кинематических схем и кинематических параметров ПР.
15. Выбор точностных и скоростных параметров ПР.
16. Сущность системного подхода к вопросам анализа и синтеза роботов и РТС.
17. Понятие системы и ее атрибуты.
18. Особенности робота как системы, функции робота.
19. Структура робота в составе РТС. Энергетический и информационный потоки в роботе.
20. Компоновка РТС и основные схемы применения ПР.
21. Функции, характеристики и типы ПР.
22. Функциональная схема РТС.
23. Роботы непромышленного применения.
24. Общая структура ПО управляющих ЭВМ.
25. Структура роботизированных производств.
26. Агрегатно-модульный принцип построения ПР.
27. Датчики внутренней и внешней информации.
28. Классификация систем управления.
29. Специальные языки программирования роботов.
30. Функциональная схема электропривода.
31. Структура роботизированных производств.
32. Рычажные, пантографные, рычажно-зубчатые механизмы.
33. Уравновешивающие механизмы промышленных роботов.
34. Структура РТС в составе ГПС. Два варианта постановки задачи проектирования.
35. Кинематическая точность ПР.
36. Линейная и угловая ошибки ПР.
37. Алгоритм структурного и кинематического синтеза компоновок агрегатно-модульных ПР.
38. Выбор компоновки ПР по условиям точности и быстродействия.
39. Требования к проектированию ГПС.
40. Спутники-носители и пеналы – индивидуальная и групповая технологическая тара. Назначение и типы.
41. Вспомогательное оборудование РТК и его функции.
42. Роботизированная технология групповой сборки интегральных микросхем на гибкий носитель.
43. Классификация технологических процессов.
44. Перечень основных работ, выполняемых при проектировании РТК.
45. Пути универсализации транспортных систем контрольно-измерительного и испытательного оборудования для различных типов корпусов интегральных микросхем.
46. Этапы проектирования применения ПР в ТП. Назначение и содержание I этапа.
47. Циклограмма технологического процесса.

48. Роль и значение контроля электрических параметров изделий электронной техники в технологическом процессе их изготовления. Типы оборудования по виду контроля.
49. Обеспечение безопасности персонала РТК.
50. Механизм продвижения модельного времени в ИМ. Анализ результатов моделирования.
51. Роботизация технологического процесса формования пластмассовых моделей.
52. Требования к рабочему органу ПР.
53. Роботизация процессов изготовления деталей методом литья под давлением.
54. Эмпирическое распределение случайных величин технологического процесса в имитационной модели.
55. Робототехнический комплекс (РТК) производства интегральных микросхем на заключительных операциях. Принципы организации, состав оборудования, схема РТК.
56. Принципы совершенствования конструкции узлов изделий и технологического процесса при его роботизации.
57. Понятие имитационной модели (ИМ). Задачи, решаемые при помощи ИМ.
58. Технологические операции процесса изготовления п/п пластин.
59. Пути роботизации сборки печатных плат при монтаже радиоэлементов в отверстия. Формовка и рихтовка выводов радиоэлементов.
60. Роботизация технологических процессов кузнечного производства.
61. Поверхностный монтаж печатных плат. Последовательность технологических операций поверхностного монтажа.
62. Роботизация вырубки интегральных микросхем из рамки с одновременным монтажом в спутники-носители.
63. Стратегические основы роботизации с точки зрения технологии производственных процессов.
64. Перечень технологических операций в процессе сборки полупроводниковых приборов.
65. Последовательность технологических операций при фотолитографическом процессе.
66. Транспортно-складские системы робототехнических комплексов.
67. Методы сборки печатных плат.
68. Технологические особенности поверхностного монтажа как метода роботизированной сборки печатных плат.

## Варианты тестовых заданий

### **Задание 1**

Отметьте правильный ответ

Матрица преобразования системы координат  $o'x'y'z'$ , связанной со схватом робота, в систему координат  $oxyz$ , связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0,5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Угол между осями  $y'$  и  $x$  составляет:

- :  $0^\circ$
- :  $180^\circ$
- :  $30^\circ$
- +:  $90^\circ$

### **Задание 2**

Отметьте правильный ответ

Матрица преобразования системы координат  $o'x'y'z'$ , связанной со схватом робота, в систему координат  $oxyz$ , связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0,5 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 0,5 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Угол между осями  $y$  и  $y'$  составляет

- +:  $0^\circ$
- :  $90^\circ$
- :  $180^\circ$
- :  $45^\circ$

### Задание 3

Отметьте правильный ответ

Матрица преобразования системы координат  $o'x'y'z'$ , связанной со схватом робота, в систему координат  $oxyz$ , связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Угол между осями  $x$  и  $x'$  составляет:

- :  $45^\circ$
- :  $180^\circ$
- +:  $90^\circ$
- :  $60^\circ$

### Задание 4

Отметьте правильный ответ

Матрица преобразования системы координат  $o'x'y'z'$ , связанной со схватом робота, в систему координат  $oxyz$ , связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Угол между осями  $y$  и  $y'$  составляет:

- :  $180^\circ$
- :  $50^\circ$
- +:  $90^\circ$
- :  $0^\circ$

### Задание 5

Отметьте правильный ответ

Матрица преобразования системы координат  $o'x'y'z'$ , связанной со схватом робота, в систему координат  $oxyz$ , связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Угол между осями  $z$  и  $z'$  составляет:

- :  $15^\circ$
- :  $60^\circ$
- :  $90^\circ$
- +:  $0^\circ$

### Задание 6

Отметьте правильный ответ

Наибольшей точностью из модификаций роботов агрегатно-модульного типа обладают кинематические модели со следующей системой координат:

- +: прямоугольной
- : цилиндрической
- : сферической
- : угловой

### Задание 7

Отметьте правильный ответ

Наиболее компактны из модификаций роботов агрегатно-модульного типа кинематические модели со следующей системой координат

- +: угловой
- : прямоугольной
- : цилиндрической
- : сферической

### Задание 8

Отметьте правильный ответ

Удерживающее усилие вакуумного захватного устройства  $P_{ВП}$  рассчитывается по формуле

- +:  $P_{ВП} = k_p F_{з\gamma} (P_a - P_в)$
- :  $P_{ВП} = F_{з\gamma} (P_a - P_в)^2$
- :  $P_{ВП} = k_p mg P_a$
- :  $P_{ВП} = k_\mu (P_в - P_a)^3$

### Задание 9

Отметьте правильный ответ

Сила притяжения электромагнита магнитных захватных устройств определяется формулой

- +:  $P_э = \frac{(in)^2}{25F(R_э + R_м)^2}$
- :  $P_э = \frac{(in)^2}{F(R_э + R_м)}$
- :  $P_э = \frac{(in)^2}{(R_э + R_м)^2}$
- :  $P_э = \frac{in}{k_p(R_э + R_м)^2}$

### Задание 10

Отметьте правильный ответ

Матрица преобразования системы координат  $o'x'y'z'$ , связанной со схватом робота, в систему координат  $oxyz$ , связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Угол между осями  $z$  и  $y'$  составляет:

-:  $180^\circ$

+:  $90^\circ$

-:  $60^\circ$

-:  $15^\circ$

### Задание 11

Отметьте правильный ответ

Матрица преобразования системы координат  $o'x'y'z'$ , связанной со схватом робота, в систему координат  $oxyz$ , связанную с основанием, имеет вид:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & -1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ z' \\ 1 \end{bmatrix}.$$

Угол между осями  $x$  и  $y'$  составляет:

-:  $45^\circ$

-:  $30^\circ$

+:  $180^\circ$

-:  $90^\circ$

### Задание 12

Составьте справедливое утверждение “Наименьшую погрешность при измерениях преобразователем считывания даёт применение на модулирующих дисках ...”:

-: двоичного кода

+: кода Грея

-: восьмиразрядного кода

### Задание 13

Составьте справедливое утверждение “Быстродействие преобразователя считывания составляет...отсчётов в секунду”:

-:  $10^2 \div 10^3$

-:  $10^3 \div 10^5$

+:  $10^5 \div 10^7$

-:  $10^7 \div 10^9$

### Задание 14

Составьте справедливое утверждение “Датчики положения на основе растровых ин-терполяторов осуществляют ...”:

-: преобразование абсолютного значения угла в код

-: преобразование скорости приращения угла в код

+: преобразование приращения угла в код

### **Задание 15**

Закончите фразу “Скоростная характеристика коллекторного тахогенератора позволяет определить...”:

- : коэффициент передачи
- : выходное сопротивление
- +: коэффициент передачи и коэффициент нелинейности
- : коэффициент нелинейности
- : коэффициент нечувствительности

### **Задание 16**

Закончите фразу “Внешняя характеристика коллекторного тахогенератора позволяет определить...”:

- : коэффициент передачи
- : коэффициент нелинейности
- +: сопротивление обмотки якоря
- : коэффициент нечувствительности
- : коэффициенты передачи и коэффициент нелинейности

### **Задание 17**

Закончите фразу “Динамическая характеристика коллекторного тахогенератора позволяет определить...”:

- : выходное сопротивление
- : коэффициент передачи
- +: коэффициент нечувствительности
- : коэффициенты передачи и коэффициент нелинейности
- : коэффициент нелинейности

### **Задание 18**

Составьте справедливое утверждение “Зависимость коэффициента передачи коллекторного тахогенератора от тока якоря ...”:

- : прямопропорциональная
- : обратнопропорциональная
- +: нелинейно убывающая
- : нелинейно возрастающая

### **Задание 19**

Составьте справедливое утверждение “Зависимость коэффициента нелинейности скоростной характеристики коллекторного тахогенератора от нагрузки...”:

- : прямопропорциональная
- : обратнопропорциональная
- +: нелинейно возрастающая
- : нелинейно убывающая

### **Задание 20**

Расположите датчики в порядке возрастания диапазона измеряемых скоростей:

- D1: коллекторный тахогенератор
- D2: фотоимпульсный тахогенератор
- D3: импульсный индукционный тахогенератор

### **Задание 21**

Рассчитайте частоту выходного сигнала фотоимпульсного тахогенератора, если его модулирующий диск содержит 10 отверстий, а скорость вращения равна 1500 об/мин:

-:  $f_{\text{вых}}=50\text{Гц}$

-:  $f_{\text{вых}}=100\text{Гц}$

-:  $f_{\text{вых}}=150\text{Гц}$

+:  $f_{\text{вых}}=250\text{Гц}$

### **Задание 22**

Расположите факторы, определяющие нелинейность скоростной характеристики коллекторного тахогенератора в порядке уменьшения их степени влияния:

D1: реакция якоря

D2: температурный дрейф сопротивления якорной обмотки

D3: повышение плотности тока в щёточно-коллекторном узле

### **Задание 23**

Расположите меры, используемые для повышения стабильности характеристик коллекторных тахогенераторов при эксплуатации в порядке снижения их степени важности:

D1: гибкое соединение вала тахогенератора с валом серводвигателя

D2: обеспечение принципа согласованности якорной обмотки и фильтра во всём интервале измеряемых скоростей

D3: своевременная замена предварительно прикатанных щёток

### **Задание 24**

Рассчитать, сколько прорезей содержит пятый разряд диска грубого считывания датчика положения с двоичной кодовой маской и одним кодовым диском:

-: 8

-: 16

+: 32

-: 64

-: 138

### **Задание 25**

Найти передаточное число редуктора между двумя кодовыми дисками пятнадцатиразрядного преобразователя считывания, если применён двоичный код, а диск грубого считывания содержит 5 разрядов:

-: 8

+: 16

-: 32

-: 64

-: 138

### **Задание 26**

Рассчитать, сколько прорезей содержит восьмой кодовый разряд пятнадцатиразрядного преобразователя считывания, если диск грубого считывания выполнен пятиразрядным, а на диске точного считывания есть служебный разряд, используемый для согласования:

-: 8

+: 16

-: 32

-: 64

Паспорт фонда оценочных средств для текущего контроля  
и промежуточной аттестации

Раздел дисциплины	Код формируемой компетенции	Объект контроля	Форма и методика контроля	Контрольные материалы	Срок исполнения
1	2	3	4	5	6
1. Введение. Промышленные роботы в системе комплексной автоматизации производства	ОПК-2	Знание структуры и состава автоматизированного производства	Устный опрос на лекции	Вопросы к зачету	1 неделя
2. Системный подход к проектированию ПР и РТС	ОПК-2 ПВК-4	Знание принципов синтеза технических систем по вектору выходных показателей Умение использовать принципы системного подхода при построении структуры РТС	Устный опрос на лекции	Вопросы к зачету	2 недели
3. Обобщенная структура и алгоритмы проектирования роботов	ОПК-2 ПВК-4	Знание этапов и алгоритмов проектирования роботов Умение использовать алгоритмы при решении проектных задач	Устный опрос на практическом занятии	Вопросы к зачету	3-4 недели
4. Агрегатно-модульный метод построения промышленных роботов	ОПК-2 ПВК-4	Знание особенностей агрегатно-модульного принципа построения промышленного робота	Устный опрос на практическом занятии	Вопросы к зачету	5 недели
5. Области применения ПР. Особенности конструктивного исполнения. Конструирование роботов для экстремальных сред	ОПК-2 ПВК-4	Знание областей применения ПР и особенностей конструирования роботов для экстремальных сред Умение использовать инженерные методы при проектировании роботов	Устный опрос на практическом занятии	Вопросы к зачету	6-7 недели
6. Алгоритмы проектирования подсистем промышленного робота	ОПК-2 ПВК-4	Умение решать задачу формирования концепции подсистемы робота Владение методами проектирования подсистем робота	Устный опрос на практическом занятии	Вопросы к зачету	8-10 недели
1	2	3	4	5	6

7. Кинематика и динамика робота	ОПК-2 ПВК-4	Владение методами построения математических моделей подсистем робота	Тестирование Защита лабораторных работ	Тестовые задания Контрольные вопросы к лабораторным работам 1-5	11-13 недели
8. Конструирование манипуляционных механизмов	ОПК-2 ПВК-4	Умение решать задачу синтеза манипуляционных механизмов по данным технического задания Владение математическим аппаратом описания манипуляционных систем	Тестирование Защита лабораторной работы	Тестовые задания Контрольные вопросы к лабораторной работе 6	14 недели
9. Расчет и выбор захватных устройств ПР	ОПК-2 ПВК-4	Умение составлять математические модели для определения удерживающих усилий в захватном устройстве	Тестирование	Тестовые задания	15-16 недели
10. Расчет и конструирование механизмов передач ПР	ОПК-2 ПВК-4	Владение методами расчета передаточных механизмов	Тестирование	Тестовые задания	17-18 недели
11. Гибкие производственные системы	ОПК-2 ПВК-4	Знание структуры и состава ГАП	Устный опрос на лекции	Вопросы к зачету с оценкой	23-24 недели
12. Проектирование применения роботов в технологических процессах	ОПК-2 ПВК-4	Знание основных законов и стадий проектирования Владение методами временного и пространственного согласования параметров робота и технологического оборудования	Устный опрос на лекции Защита лабораторной работы	Вопросы к зачету с оценкой Контрольные вопросы к лабораторной работе 7	25-27 недели
13. Имитационное моделирование роботов и роботизированных технологических комплексов	ОПК-2	Знание особенностей имитационного моделирования Владение методами имитационного моделирования	Устный опрос на лекции Защита лабораторных работ	Вопросы к зачету с оценкой Контрольные вопросы к лабораторным работам 8-10	28-30 недели
14. Роботизация технологических процессов в электронной промышленности	ОПК-2 ПВК-4	Знание структуры и состава роботизированного производства, вариантов реализации роботизированных производств в электронной промышленности	Устный опрос на лекции	Вопросы к зачету с оценкой	32 недели
1	2	3	4	5	6

15. Технология роботизированной обработки материалов в машиностроении	ОПК-2 ПВК-4	Знание структуры и состава роботизированного производства, вариантов реализации роботизированных производств в машиностроении	Устный опрос на лекции	Вопросы к зачету с оценкой	33-34 недели
Промежуточная аттестация					
Разделы 1-10	ОПК-2, ПВК-4	<p>Знание структуры и состава автоматизированного производства, принципов синтеза технических систем по вектору выходных показателей, этапов и алгоритмов проектирования роботов, особенностей агрегатно-модульного принципа построения промышленного робота, областей применения ПР и особенностей конструирования роботов для экстремальных сред.</p> <p>Умение использовать принципы системного подхода при построении структуры РТС, использовать алгоритмы при решении проектных задач, использовать инженерные методы при проектировании роботов, решать задачу формирования концепции подсистемы робота, решать задачу синтеза манипуляционных механизмов по данным технического задания, составлять математические модели для определения удерживающих усилий в захватном устройстве.</p> <p>Владение методами проектирования подсистем робота, методами построения математических моделей подсистем робота, математическим аппаратом описания манипуляционных систем, методами расчета передаточных механизмов.</p>	Зачет	Вопросы к зачету	18 неделя
Разделы 11-15	ОПК-2, ПВК-4	Знание структуры и состава ГАП, основных законов и стадий проектирования, особенностей имитационного моделирования, структуры и состава роботизированного производства, вариантов	Зачет с оценкой	Вопросы к зачету с оценкой	34 неделя

		<p>реализации роботизированных производств в электронной промышленности и в машиностроении.</p> <p>Владение методами временного и пространственного согласование параметров робота и технологического оборудования, методами имитационного моделирования</p>			
--	--	--	--	--	--

#### Критерии оценки курсового проекта:

отлично – курсовой проект выполнен полностью и правильно;

хорошо – курсовой проект выполнен полностью, но имеются погрешности;

удовлетворительно – курсовой проект выполнен не полностью, но демонстрируется правильный подход к решению;

неудовлетворительно – в остальных случаях.

#### Критерии оценки при сдаче зачета с оценкой:

Цифра	Словесное выражение	Описание
5	Отлично	Ответ студента полный и правильный. Студент способен обобщить материал, сделать собственные выводы, выразить свое мнение, привести иллюстрирующие примеры
4	Хорошо	Ответ студента правильный, но неполный. Не приведены иллюстрирующие примеры, обобщающее мнение студента недостаточно четко выражено
3	Удовлетворительно	Ответ правилен в основных моментах, нет иллюстрирующих примеров, нет собственного мнения студента, есть ошибки в деталях и/или они просто отсутствуют
2	Неудовлетворительно	В ответе существенные ошибки в основных аспектах темы.

«УТВЕРЖДАЮ»  
Председатель ученого совета  
факультета энергетики и  
систем управления

Бурковский А.В. \_\_\_\_\_  
(подпись)  
\_\_\_\_\_ 201 г.

**Лист регистрации изменений (дополнений) УМКД**  
**Системы управления электроприводами роботов** \_\_\_\_\_  
(наименование УМКД)

В УМКД вносятся следующие изменения (дополнения):

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

изменения (дополнения) в УМКД обсуждены на заседании кафедры электропривода, автоматике и управления в технических системах

Протокол № \_\_\_\_\_ от «\_\_\_» \_\_\_\_\_ 201 г.

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Бурковский В.Л.

Изменения (дополнения) рассмотрены и одобрены методической комиссией факультета  
энергетики и систем управления \_\_\_\_\_  
(наименование факультета, за которым закреплена данная специальность)

Председатель методической комиссии \_\_\_\_\_.