

**Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения  
высшего образования  
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»  
в г. Смоленске**

**УТВЕРЖДАЮ**  
Зам. директора  
филиала ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»  
в г. Смоленске  
по учебно-методической работе  
**В.В. Рожков**  
2016 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
ОСНОВЫ МЕХАНИКИ РОБОТОВ**

---

**Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

**Профиль подготовки: Робототехника в электромеханических системах**

**Уровень высшего образования: бакалавриат**

**Нормативный срок обучения: 4 года**

**Форма обучения: очная**

**Смоленск – 2016 г.**

## 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

**Целью освоения дисциплины** является подготовка обучающихся к производственно-технологической деятельности по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» посредством обеспечения этапов формирования компетенций, предусмотренных ФГОС, в части представленных ниже знаний, умений и навыков.

**Задачами дисциплины** является изучение понятийного аппарата дисциплины, основных теоретических положений и методов, привитие навыков применения теоретических знаний для решения практических задач.

Дисциплина направлена на формирование у выпускника следующих профессиональных компетенций:

ПК-5 «готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности».

В результате изучения дисциплины студент должен:

### **Знать:**

– основные кинематические пары, главные механизмы, двигательные устройства для приведения в движение промышленных роботов, типовые варианты построения звеньев роботов и манипуляторов, агрегатно-модульный набор для конструирования звеньев манипуляторов, основные исполнительные механизмы приводов роботов (ПК-5).

### **Уметь:**

– определять формулу промышленного робота по известной структурно-кинематической схеме, решать обратную задачу с формированием необходимой структурно-кинематической схемы промышленного робота (ПК-5).

### **Владеть:**

– навыками построения пространственных рабочих зон, формируемых характерной точкой схвата промышленных роботов (ПК-5).

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы механики роботов» относится к вариативной части Б1 основной образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

В соответствии с учебным планом по направлению «Электроэнергетика и электротехника» дисциплина «Основы механики роботов» является начальной в образовательной траектории формирования профессиональной компетенции ПК-5.

Знания, умения и навыки, полученные студентами в процессе изучения дисциплины, являются базой для изучения следующих дисциплин:

Б1.Б.11 Электрические машины

Б1.В.ДВ.5.1 Механика движений роботов

Б1.В.ДВ.5.2 Оптимизация пространственных манипуляций роботов

Б1.В.ДВ.6.1 Электроприводы роботов и манипуляторов

Б1.В.ДВ.6.2 Гидро- и пневмоприводы роботов

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

#### Аудиторная работа

Цикл:	Б1	Семестр
Часть цикла:	вариативная	
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.В.ОД.14	
Часов (всего) по учебному плану:	72	1 семестр
Трудоемкость в зачетных единицах (ЗЕТ)	2	1 семестр
Лекции (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	1 семестр
Практические занятия (ЗЕТ, часов)	0,5, 18	1 семестр
Лабораторные работы (ЗЕТ, часов)	-	1 семестр
Объем самостоятельной работы по учебному плану (ЗЕТ, часов всего)	1,0, 36	1 семестр

#### Самостоятельная работа студентов

Вид работ	Трудоёмкость, ЗЕТ, час
Подготовка к практическим занятиям (пз)	0,5, 18
Подготовка к защите лабораторной работы (лаб)	-
Выполнение расчетно-графической работы	0,25, 9
Подготовка к зачету	0,25, 9
Самостоятельное изучение дополнительных материалов дисциплины (СРС)	-
Всего:	1,0, 36

### 4. Содержание дисциплины, структурированное по темам с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

№ п/п	Темы дисциплины	Всего часов на тему	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и трудоемкость (в часах)				
			лк	пр	лаб	СРС	в т.ч. интеракт.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Тема 1.</b> Основные понятия механики и кинематики роботов. Модификации промышленных роботов.	10	4	2		4	
2	<b>Тема 2.</b> Степени подвижности промышленного робота. Манипуляционная система. Типовые кинематические схемы манипуляторов	12	4	4		4	
3	<b>Тема 3.</b> Прямая и обратная задача кинематики. Решение прямой и обратной задачи кинематики на плоскости. Рабочие зоны.	18	2	4		12	
4	<b>Тема 4.</b> Основные компоненты и виды приводов для манипуляционных систем промышленных роботов.	8	2	2		4	

5	<b>Тема 5.</b> Исполнительные механизмы пневмопривода промышленных роботов.	8	2	2		4	
6	<b>Тема 6.</b> Исполнительные механизмы гидропривода промышленных роботов.	8	2	2		4	
7	<b>Тема 7.</b> Исполнительные механизмы электропривода промышленных роботов.	8	2	2		4	
<b>всего 72 часа по видам учебных занятий</b>			<b>18</b>	<b>18</b>	-	<b>36</b>	-

## Содержание по видам учебных занятий

### Тема 1. Основные понятия механики и кинематики роботов. Модификации промышленных роботов.

**Лекция 1.** Внешний вид промышленных роботов. Происхождение термина. Нормативные документы по промышленным роботам и манипуляторам. Классификация промышленных роботов. Поколения роботов. (2 часа).

**Лекция 2.** Структура промышленного робота. Основные понятия кинематики роботов. Кинематические звенья. Классификация кинематических пар. (2 часа).

**Практическое занятие 1.** Изучение простейших кинематических звеньев, применяемых в конструкциях промышленных роботов. (2 часа).

**Самостоятельная работа 1.** Подготовка к лекциям №1 и №2 (2 часа), подготовка к практическому занятию (2 часа) (всего к теме №1 – 4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос на практическом занятии.

### Тема 2. Степени подвижности промышленного робота. Манипуляционная система. Типовые кинематические схемы манипуляторов.

**Лекция 3.** Классификация степеней подвижности роботов. Переносные и ориентирующие степени подвижности. Формула промышленного робота. Понятие рабочей зоны. Рабочие зоны в прямоугольной, цилиндрической и ангулярной системе координат. (2 часа).

**Лекция 4.** Типовые кинематические схемы манипуляторов (плоская прямоугольная, пространственная прямоугольная, цилиндрическая, сферическая, ангулярные плоская, цилиндрическая и сферическая). (2 часа).

**Практическое занятие 2.** Изучение и отображение кинематических пар различных классов (2 часа).

**Практическое занятие 3.** Построение типовых кинематических схем манипуляторов (2 часа).

**Самостоятельная работа 2.** Подготовка к лекции №3 и №4 (2 часа), практическим занятиям №2 и №3 (2 часа) (всего к теме №2 – 4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос на практических занятиях.

### Тема 3. Прямая и обратная задача кинематики. Решение прямой и обратной задачи кинематики на плоскости. Рабочие зоны.

**Лекция 5.** Технология построения рабочей зоны промышленного робота. Пример построения. Постановка и решение прямой и обратной задач кинематики на плоскости (2 часа).

**Практическое занятие 4.** Построение рабочей зоны напольных и порталных роботов для переносных степеней подвижности. (2 часа).

**Практическое занятие 5.** Построение рабочей зоны напольных и порталных роботов для переносных степеней подвижности. Построение результирующей рабочей зоны (2 часа).

**Самостоятельная работа 3.** Подготовка к лекции №5 (1 час), подготовка к занятиям №4 и №5 (2 часа). Выполнение расчетно-графической работы «Построение структурно-кинематической схемы и рабочей зоны промышленного робота» (всего к теме №3 – 12 часов).

**Текущий контроль** – устный опрос готовности к практическим занятиям, при консультировании и защите расчетно-графической работы.

#### **Тема 4. Основные компоненты и виды приводов для манипуляционных систем промышленных роботов.**

**Лекция 6.** Противоречия при выборе механизмов приводов и конструировании промышленных роботов. Исполнительный орган промышленного робота – схват (виды конструкций). Описание групп датчиков промышленного робота. Требования к механизмам приводов промышленных роботов (2 часа).

**Практическое занятие 6.** Изучение конструкций исполнительного органа промышленных роботов (2 часа).

**Самостоятельная работа 4.** Подготовка к лекции №6 (2 часа), практическому занятию №6 (2 часа) (всего к теме №4 – 4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос по пройденному лекционному материалу.

#### **Тема 5. Исполнительные механизмы пневмопривода промышленных роботов.**

**Лекция 7.** Пневмоцилиндры (шток-поршень). Принцип работы и устройство. Параметры пневмоцилиндра. Торможение в пневмоцилиндрах дросселированием, демпфирующими устройствами, противодавлением. Позиционирование в пневмоприводе (2 часа).

**Практическое занятие 7.** Изучение конструкций пневмоцилиндров. (2 часа).

**Самостоятельная работа 5.** Подготовка к лекции №7 (2 часа), практическому занятию №7 (2 часа) (всего к теме №5 – 4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос по теме на практическом занятии.

#### **Тема 6. Исполнительные механизмы гидропривода промышленных роботов..**

**Лекция 8.** Механизмы гидропривода. Достоинства и недостатки. Конструкции гидроцилиндров и гидродвигателей. Основные параметры (2 часа).

**Практическое занятие 8.** Изучение конструкций гидроцилиндров. (2 часа).

**Самостоятельная работа 6.** Подготовка к лекции №8 (2 часа), практическому занятию №8 (2 часа) (всего к теме №6 – 4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям.

#### **Тема 7. Исполнительные механизмы электропривода промышленных роботов.**

**Лекция 9.** Механизмы электропривода. Особенности, достоинства и недостатки. Функциональные схемы электроприводов промышленных роботов. Способы редукации скорости. Позиционирование средствами электропривода (2 часа).

**Практическое занятие 9.** Подведение итогов практических занятий. Итоговая дискуссия по пройденной дисциплине (2 часа).

**Самостоятельная работа 7.** Подготовка к лекции №9 (2 часа) и практическому занятию №9 (2 часа), (всего к теме №7 – 4 часа).

**Текущий контроль** – устный опрос по теме при подготовке к практическим занятиям.

#### **Расчетно-графическая работа «Построение структурно-кинематической схемы и рабочей зоны промышленного робота».**

Расчетно-графическая работа предусматривает выполнение следующих пунктов:

1. В соответствии с заданной формулой составить структурно-кинематическую схему промышленного робота (ПР).
2. Для каждой степени подвижности (СП) подобрать типовую конструкцию звеньев и сочленений из агрегатно-модульного набора и осуществить компоновку звеньев робота.
3. Определить массогабаритные показатели звеньев ПР и координаты их центров масс.
4. Определить и построить в плоскостях декартовой системы координат рабочую зону ПР.

Выполнение расчетного задания начинается с анализа исходных данных конкретного варианта задания (студентам выдаются варианты в соответствии с их номером в журнале группы). При

этом в первую очередь необходимо обратить внимание на конструктивное исполнение ПР: напольный или порталный.

При выполнении п.1 на основании заданной в табл. П.1 и табл. П.2 формулы ( $R$  – вращательная,  $P$  – поступательная СП), а также характера каждой СП и их взаимного расположения составляется структурно-кинематическая схема ПР без соблюдения размеров звеньев манипуляционной системы (МС). В соответствии с указанными значениями угловых и линейных перемещений на этой схеме указываются направления перемещений по каждой СП, имея в виду, что изображенная схема отражает исходное (нулевое) положение звеньев робота.

Разработанная структурно-кинематическая схема «привязывается» к базовой системе декартовых координат, расположение осей которой должно соответствовать характеру линейных перемещений звеньев ПР ( $X Y Z$ ). Центр системы координат рекомендуется располагать на неподвижном основании первой СП.

При выполнении п.2, используя разработанные конструкции звеньев ПР агрегатно-модульного типа, необходимо подобрать и описать модули, реализующие требуемые СП, и осуществить их стыковку. Размеры звеньев должны подбираться с учетом заданных линейных и угловых перемещений. Не исключается разработка оригинальных конструкций звеньев и сочленений, отличающихся от модулей агрегатно-модульного типа. Кроме того, при компоновке МС ПР необходимо прорабатывать предварительные конструкторские решения по расположению приводных устройств с электродвигателями для СП.

Разработанная компоновка МС робота изображается двумя видами в соответствующих плоскостях декартовой системы координат или в виде пространственной конструкции в принятом масштабе.

Окончательная компоновка МС должна точно соответствовать структурно-кинематической схеме как по последовательности расположения и характеру СП, так и по взаимному перемещению звеньев в пределах одной СП.

При выполнении п.3 необходимо привести чертежи каждого из звеньев МС в масштабе с указанием всех необходимых размеров. На чертежах звеньев должны обязательно указываться три координаты центра масс.

Выполнение п.4 начинают с изображения структурно-кинематической схемы ПР, соответствующей исходному положению звеньев, в двух плоскостях системы координат (как правило,  $ZOY$  и  $XOY$ ) с учетом принятого масштаба размеров как самих звеньев, так и величин их линейных перемещений. Таким образом определяются координаты характерной точки схвата для начального положения МС робота. Далее, осуществляя перемещение этой точки поочередно по каждой СП с учетом заданных величин линейных и угловых перемещений, определяют границы рабочей зоны в двух плоскостях системы координат. Так как в общем случае рабочая зона представляет собой сложную пространственную фигуру, то для показа ее внутренних границ на чертежах следует приводить необходимые разрезы и сечения. Возможно также изображение и третьей проекции рабочей зоны (плоскость  $ZOX$ ).

#### **Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет**

Изучение дисциплины заканчивается зачетом с оценкой.

Зачет проводится в соответствии с Положением о зачетной и экзаменационной сессиях в НИУ МЭИ и инструктивным письмом от 14.05.2012 г. № И-23.

### **5. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине**

Для обеспечения самостоятельной работы разработаны:  
-демонстрационные слайды лекций по дисциплине,



-методические указания по самостоятельной работе при подготовке к практическим занятиям, расчетно-графической работе.

## **6. Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине**

### **6.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования**

При освоении дисциплины формируются следующие компетенции: ПК-5.

Указанные компетенции формируются в соответствии со следующими этапами:

1. Формирование и развитие теоретических знаний, предусмотренных указанными компетенциями (лекционные занятия, самостоятельная работа студентов).
2. Приобретение и развитие практических умений, предусмотренных компетенциями (практические занятия, самостоятельная работа студентов).
3. Закрепление теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями, в ходе решения конкретных технических задач на практических занятиях, успешной сдачи зачета.

### **6.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описания шкал оценивания**

Сформированность компетенции в рамках освоения данной дисциплины оценивается по трехуровневой шкале:

- пороговый уровень является обязательным для всех обучающихся по завершении освоения дисциплины;
- продвинутый уровень характеризуется превышением минимальных характеристик сформированности компетенции по завершении освоения дисциплины;
- эталонный уровень характеризуется максимально возможной выраженностью компетенции и является важным качественным ориентиром для самосовершенствования.

При достаточном качестве освоения более 80% приведенных знаний, умений и навыков преподаватель оценивает освоение данной компетенции в рамках настоящей дисциплины на эталонном уровне, при освоении более 60% приведенных знаний, умений и навыков – на продвинутом, при освоении более 40% приведенных знаний, умений и навыков - на пороговом уровне. В противном случае компетенция в рамках настоящей дисциплины считается неосвоенной.

Уровень сформированности каждой компетенции на различных этапах ее формирования в процессе освоения данной дисциплины оценивается в ходе текущего контроля успеваемости и представлен различными видами оценочных средств.

Для оценки сформированности в рамках данной дисциплины компетенции ПК-5 «готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности» преподавателем оценивается содержательная сторона и качество материалов, приведенных в конспектах лекций, отчетах студента по практическим занятиям, отчете по расчетно-графической работе. Учитываются также ответы студента на вопросы по соответствующим видам занятий при текущем контроле – устных опросах, ответах на практических занятиях.

Принимается во внимание

**знание** обучающимися:

- основных параметров механики и кинематики промышленных роботов, структуры промышленных роботов, главных исполнительных механизмов и технологии их работы;

**наличие умения:**

– определять формулу промышленного робота по известной структурно-кинематической схеме, решать обратную задачу с формированием необходимой структурно-кинематической схемы промышленного робота;

**присутствие навыка:**

– построения пространственных рабочих зон, формируемых характерной точкой схвата промышленных роботов.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции в процессе выполнения и защиты расчетно-графической работы, в результате выполнения заданий на практических занятиях.

Критерии оценивания уровня сформированности компетенции ПК-5 «готовность определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности» в процессе выполнения заданий на практических занятиях, как формы текущего контроля. При защите расчетно-графической работы задается 2 вопроса из примерного перечня:

1. Как записать формулу промышленного робота по заданной структурно-кинематической схеме?
2. Какие конструкции исполнительного органа промышленного робота Вы знаете?
3. С чего начинается построение рабочей зоны промышленного робота?
4. Назовите кинематические пары 1-6 –го классов.
5. В чем разница между переносными и ориентирующими степенями подвижности?
6. Какие конструкции звеньев промышленных роботов входят в типовой агрегатно-модульный набор?
7. Опишите типовые конструкции пневмо- и гидроцилиндров.
8. Опишите технологии решения прямой и обратной задачи кинематики на плоскости.
9. Какие основные параметры механизмов приводов промышленных роботов Вы использовали в расчетах?
10. К чему привязывается базовая система координат при построении рабочей зоны манипулятора?

Полный ответ на один вопрос соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, полный ответ на один и частичный ответ на второй – продвинутому уровню; при полном ответе на два вопроса – эталонному уровню).

Оценивается также активность работы студента на практических занятиях, глубина ответов студента «у доски» при устных опросах в процессе выполнения заданий к каждому практическому занятию.

Примеры вопросов, задаваемых на практических занятиях:

1. Какие три системы координатных перемещений наиболее часто используются в промышленных роботах?
2. Какие кинематические пары используются в манипуляторах роботов?
3. Какие задачи используются при кинематическом синтезе манипуляторов?
4. С помощью чего определяется положение кинематической цепи в пространстве?
5. В качестве каких элементов используются промышленные роботы в гибких производственных системах?
6. Какой принцип построения манипуляторов получил развитие для современных промышленных роботов?
7. Что такое рабочая зона, и какими параметрами она характеризуется?
8. Что такое маневренность манипулятора?
9. В чем принципиальное отличие кинематических цепей манипуляторов от других механизмов?



Способность перечислять основные кинематические пары, называть основные параметры механизмов приводов роботов соответствует пороговому уровню сформированности компетенции на данном этапе ее формирования, в дополнение к пороговому самостоятельное решение части вопросов – соответствует продвинутому уровню; в дополнение к продвинутому – способность построить рабочую зону промышленного робота корректно и в полном объеме с соответствующими пояснениями соответствует эталонному уровню.

Сформированность уровня компетенций не ниже порогового является основанием для допуска обучающегося к промежуточной аттестации по данной дисциплине.

Формой промежуточной аттестации по данной дисциплине является зачет, оцениваемый по принятой в НИУ «МЭИ» четырехбалльной системе: "отлично", "хорошо", "удовлетворительно", "неудовлетворительно".

Критерии оценивания (в соответствии с инструктивным письмом НИУ МЭИ от 14 мая 2012 года № И-23):

Оценки «отлично» заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материалов изученной дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; проявивший творческие способности в понимании, изложении и использовании материалов изученной дисциплины, безупречно ответившему не только на основные и дополнительные вопросы в рамках рабочей программы дисциплины, правильно выполнившему практические задание

Оценки «хорошо» заслуживает студент, обнаруживший полное знание материала изученной дисциплины, успешно выполняющий предусмотренные задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную рабочей программой дисциплины; показавшему систематический характер знаний по дисциплине, ответившему на все основные вопросы, правильно выполнившему практические задание, но допустившему при этом не принципиальные ошибки.

Оценки «удовлетворительно» заслуживает студент, обнаруживший знание материала изученной дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением заданий, знакомы с основной литературой, рекомендованной рабочей программой дисциплины; допустившим погрешность в ответе на теоретические вопросы и/или при выполнении практических заданий, но обладающий необходимыми знаниями для их устранения под руководством преподавателя, либо неправильно выполнившему практическое задание, но по указанию преподавателя выполнившим другие практические задания из того же раздела дисциплины.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, обнаружившему серьезные пробелы в знаниях основного материала изученной дисциплины, допустившему принципиальные ошибки в выполнении заданий, не ответившему на основные и дополнительные вопросы и неправильно выполнившему практическое задание (неправильное выполнение только практического задания не является однозначной причиной для выставления оценки «неудовлетворительно»). Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение по образовательной программе без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине (формирования и развития компетенций, закреплённых за данной дисциплиной). Оценка «неудовлетворительно» выставляется также, если студент: после начала зачёта отказался его сдавать или нарушил правила сдачи зачёта (списывал, подсказывал, обманом пытался получить более высокую оценку и т.д.

В зачетную книжку студента и приложение к диплому выносятся оценка зачета по дисциплине за 1 семестр.

### **6.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

*Вопросы по формированию и развитию теоретических знаний, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примерные вопросы по лекционному материалу):*

1. Внешний вид промышленных роботов. Происхождение термина.
2. Нормативные документы по промышленным роботам и манипуляторам.
3. Классификация промышленных роботов. Поколения роботов.
4. Структура промышленного робота.
5. Основные понятия кинематики роботов.
6. Кинематические звенья. Классификация кинематических пар.
7. Классификация степеней подвижности роботов. Переносные и ориентирующие степени подвижности.
8. Формула промышленного робота. Понятие рабочей зоны.
9. Рабочие зоны в прямоугольной, цилиндрической и ангулярной системе координат.
10. Типовые кинематические схемы манипуляторов (плоская прямоугольная, пространственная прямоугольная, цилиндрическая, сферическая,
11. Типовые кинематические схемы манипуляторов (ангулярные плоская, цилиндрическая и сферическая)
12. Технология построения рабочей зоны промышленного робота. Пример построения.
13. Постановка и решение прямой задачи кинематики на плоскости.
14. Постановка и решение обратной задачи кинематики на плоскости.
15. Противоречия при выборе механизмов приводов и конструировании промышленных роботов.
16. Исполнительный орган промышленного робота – схват (виды конструкций).
17. Описание групп датчиков промышленного робота.
18. Требования к механизмам приводов промышленных роботов
19. Пневмоцилиндры (шток-поршень). Принцип работы и устройство. Параметры пневмоцилиндра.
20. Торможение в пневмоцилиндрах – дросселированием, демпфирующими устройствами, противодавлением.
21. Позиционирование в пневмоприводе
22. Механизмы гидропривода. Достоинства и недостатки.
23. Конструкции гидроцилиндров и гидродвигателей. Основные параметры
24. Механизмы электропривода. Особенности, достоинства и недостатки. Функциональные схемы электроприводов промышленных роботов.
25. Способы редукиции скорости.
26. Позиционирование средствами электропривода

*Вопросы по приобретению и развитию практических умений, предусмотренных компетенциями, закрепленными за дисциплиной (примеры вопросов к практическим занятиям, расчетно-графической работе):*

1. Как записать формулу промышленного робота по заданной структурно-кинематической схеме?
2. Какие конструкции исполнительного органа промышленного робота Вы знаете?
3. С чего начинается построение рабочей зоны промышленного робота?
4. Назовите кинематические пары 1-6 –го классов.

5. В чем разница между переносными и ориентирующими степенями подвижности?
6. Какие конструкции звеньев промышленных роботов входят в типовой агрегатно-модульный набор?
7. Опишите типовые конструкции пневмо- и гидроцилиндров.
8. Опишите технологии решения прямой и обратной задачи кинематики на плоскости.
9. Какие основные параметры механизмов приводов промышленных роботов Вы использовали в расчетах?
10. К чему привязывается базовая система координат при построении рабочей зоны манипулятора?

*Вопросы по закреплению теоретических знаний, умений и практических навыков, предусмотренных компетенциями (вопросы к зачету) – соответствуют вопросам к лекционному материалу дисциплины.*

#### **6.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций**

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций, изложены в учебных пособиях и методических рекомендациях по изучению курса «Основы механики роботов», которые приведены в методических рекомендациях к выполнению расчетно-графических работ и заданий на самостоятельную работу (Приложение к настоящей РПД).

#### **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины**

##### **а) Основная литература:**

1. Егоров, О.Д. Механика роботов : учебное пособие / О.Д. Егоров ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - М. : Альтаир-МГАВТ, 2007. - 224 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429843.
2. Рыбак, Л.А. Эффективные методы решения задач кинематики и динамики робота-станка параллельной структуры. [Электронный ресурс] : Монографии / Л.А. Рыбак, В.В. Ержуков, А.В. Чичварин. — Электрон. дан. — М. : Физматлит, 2011. — 148 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/59592> — Загл. с экрана.

##### **б) дополнительная литература:**

1. Гончаревич, И.Ф. Основы робототехники. Механизмы выдвижения и поворота робота-погрузчика с пневмоприводом : методические рекомендации / И.Ф. Гончаревич, К.С. Никулин ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - М. : Альтаир-МГАВТ, 2014. - 63 с. : ил., табл., схем. - Библиогр. в кн.. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: //biblioclub.ru/index.php?page=book&id=429847.

#### **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» необходимых для освоения дисциплины**

1. Сайт по механике роботов. Прямая и обратная задача кинематики на плоскости – Режим доступа: <http://robocraft.ru/blog/mechanics/756.html> – Загл. с экрана.
2. Сайт промышленной робототехники. – Режим доступа: <http://robot.jofo.ru/621836.html> – Загл. с экрана.

## 9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Дисциплина предусматривает лекции один раз в две недели, практические один раз в две недели. Изучение курса завершается зачетом.

Успешное изучение курса требует посещения лекций, активной работы на практических занятиях, выполнения всех учебных заданий преподавателя, ознакомления с основной и дополнительной литературой.

Во время **лекции** студент должен вести краткий конспект.

Работа с конспектом лекций предполагает просмотр конспекта в тот же день после занятий. При этом необходимо пометить материалы конспекта, которые вызывают затруднения для понимания. При этом обучающийся должен стараться найти ответы на затруднительные вопросы, используя рекомендуемую литературу. Если ему самостоятельно не удалось разобраться в материале, необходимо сформулировать вопросы и обратиться за помощью к преподавателю на консультации или ближайшей лекции.

Обучающемуся необходимо регулярно отводить время для повторения пройденного материала, проверяя свои знания, умения и навыки по контрольным вопросам.

При подготовке к **практическим занятиям** необходимо просмотреть конспекты лекций и методические указания, рекомендованную литературу по данной теме; подготовиться к ответу на контрольные вопросы.

В ходе выполнения индивидуального задания практического занятия студент готовит отчет о работе (в программе MS Word или любом другом текстовом редакторе). В отчет заносятся результаты выполнения каждого пункта задания (схемы, диаграммы (графики), таблицы, расчеты, ответы на вопросы пунктов задания, выводы и т.п.). Примерный образец оформления отчета имеется у преподавателя.

За 10 мин до окончания занятия преподаватель проверяет объем выполненной на занятии работы и отмечает результат в рабочем журнале.

Оставшиеся невыполненными пункты задания практического занятия студент обязан доделать самостоятельно.

После проверки отчета преподаватель может проводить устный или письменный опрос студентов для контроля усвоения ими основных теоретических и практических знаний по теме занятия (студенты должны знать смысл полученных ими результатов и ответы на контрольные вопросы). По результатам проверки отчета и опроса выставляется оценка за практическое занятие.

При подготовке к **зачету** в дополнение к изучению конспектов лекций, учебных пособий и слайдов, необходимо пользоваться учебной литературой, рекомендованной к настоящей программе. При подготовке к зачету нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по несколько типовых задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

**Самостоятельная работа студентов (СРС)** по дисциплине играет важную роль в ходе всего учебного процесса. Методические материалы и рекомендации для обеспечения СРС готовятся преподавателем и выдаются студенту.

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

При проведении **лекционных и практических занятий** предусматривается использование систем мультимедиа.

## 11. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

### Лекционные занятия:

Аудитория, оснащенная презентационной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

**Практические занятия** по данной дисциплине проводятся в аудитории, оснащенной мультимедийной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

Автор

канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

Зав. кафедрой ЭМС

канд. техн. наук, доцент

В.В. Рожков

Программа одобрена на заседании кафедры ЭМС от 07.09.2016 года, протокол №1.

### ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

Но- мер изме- мене- ния	Номера страниц				Всего стра- ниц в доку- менте	Наименование и № документа, вводящего изменения	Подпись, Ф.И.О. внесшего измене- ния в данный эк- земпляр	Дата внесения из- менения в данный эк- земпляр	Дата введения из- менения
	изме- ме- нен- ных	заме- ме- нен- ных	но- вых	анну- нули- ро- ван- ных					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10