

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

Декан ФМАТ  Ряжских В.И.
« 25 » ноября 2022 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
«Физические основы робототехники»

Направление подготовки 15.03.06 Мехатроника и робототехника

Профиль Промышленные роботы и робототехнические системы

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года

Форма обучения очная

Год начала подготовки 2023

Автор программы



В.А. Трубецкой

**Заведующий кафедрой
Технологии сварочного
производства и диагностики**



В.Ф. Селиванов

Руководитель ОПОП



В.Ф. Селиванов

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины получение знаний по физическим основам функционирования подсистем и элементов промышленных роботов; навыков использования этих знаний для построения математических моделей подсистем робота и их исследования

1.2. Задачи освоения дисциплины

изучение принципов системного подхода при решении задач анализа и синтеза робототехнических систем

изучение основных физических законов функционирования элементов робота

построение математических моделей для объектов робототехники на основе физических законов их работы

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Физические основы робототехники» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Физические основы робототехники» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-1 - Способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в профессиональной деятельности;

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-1	Знать физические основы функционирования элементов промышленного робота
	Уметь применять знания физических основ функционирования элементов при составлении математических моделей
	Владеть методами исследования и навыками расчета характеристик элементов робота на основе полученных математических моделей

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Физические основы робототехники» составляет 5 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий

очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		2

Аудиторные занятия (всего)	72	72
В том числе:		
Лекции	36	36
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Самостоятельная работа	108	108
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость: академические часы	180	180
зач.ед.	5	5

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Прак зан.	СРС	Всего, час
1	Назначение курса. Сущность системного подхода к анализу и синтезу технических систем. Робот как система.	Понятие системы, структуры, параметров системы. Атрибуты систем. Энергетический и информационный потоки в работе	2	2	9	13
2	Первичные источники электроэнергии	Принцип действия синхронного генератора. Закон электромагнитной индукции. Принцип действия трансформатора.	2	2	9	13
3	Электромеханические и механические преобразователи энергии и их варианты.	Двигатели постоянного тока. Схемы замещения. Характеристики. Двигатели переменного тока. Физические основы функционирования. Цилиндрические, винтовые, реечные передачи. Коэффициент передачи. Коэффициент полезного действия. Понижающие редукторы	4	4	9	17
4	Силовые преобразователи электроэнергии. Физические основы функционирования ключевых элементов: диоды, транзисторы, тиристоры.	Конструкция, принцип действия диодов, их вольт-амперная характеристика. Управляемые ключевые элементы: транзисторы, тиристоры. Варианты схем включения.	4	4	9	17
5	Манипуляционные устройства – механическая часть робота	Кинематические схемы манипуляторов. Системы координат, в которых работают. Манипуляционные устройства. Понятие звеньев, обобщенных координат, кинематических пар.	4	4	9	17
6	Понятие материальной точки, тонкого однородного стержня, цилиндра. Момент инерции типовых звеньев манипуляционных устройств.	Вывод уравнений для определения моментов инерции типовых звеньев. Теорема Штейнера.	2	2	9	13
7	Понятие прямой и обратной задачи кинематики. Метод геометрического проецирования при составлении уравнений кинематики.	Вывод уравнений кинематики для различных вариантов компоновки манипуляционных устройств.	2	2	9	13
8	Силы, действующие в механизмах робота.	Первый закон Ньютона. Второй закон Ньютона для описания поступательного и вращательного	4	4	9	17

	Законы Ньютона при описании работы механической системы робота.	движения. Уравнение движения привода робота. Сила тяжести. Сила полезного сопротивления. Сила, создаваемая упругим элементом. Демпфирующая сила.				
9	Физические основы динамики промышленных роботов	Кинетическая и потенциальная энергии. Расчет кинетической и потенциальной энергии для различных вариантов механической системы робота	2	2	9	13
10	Уравнение движения для степеней подвижности робота. Понятие параметрических и координатных возмущений.	Уравнение Лагранжа 2-го рода. Вывод уравнения движения для различных вариантов манипуляционных систем.	4	4	9	17
11	Физические основы функционирования и принцип действия датчиков положения, датчиков внешней среды, датчиков скорости, тактильных датчиков	Принцип действия сельсинов, потенциометров, импульсных датчиков положения. Ультразвуковые датчики. Силовые датчики. Принцип действия тахогенератора. Оптические датчики скорости. Принцип действия и область применения тактильных датчиков	2	2	9	13
12	Неподвижные и подвижные системы координат. Преобразование систем координат.	Метод однородных координат при решении задач кинематики при учете как переносных, так и ориентирующих степеней подвижности. Матрица положения. Направляющие косинусы. Ортогональные координаты центра масс. Умножение матриц. Получение результирующей матрицы положения для различных видов манипуляционных систем.	4	4	9	17
Итого			36	36	108	180

5.2 Перечень лабораторных работ

Не предусмотрено учебным планом

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

7.1. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-1	Знать физические основы функционирования	тест	Выполнение работ в срок,	Невыполнение работ в срок,

	элементов промышленного робота		предусмотренный в рабочих программах	предусмотренный в рабочих программах
	Уметь применять знания физических основ функционирования элементов при составлении математических моделей	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами исследования и навыками расчета характеристик элементов робота на основе полученных математических моделей	коллуквиум	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 2 семестре для очной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Зачтено	Не зачтено
ОПК-1	Знать физические основы функционирования элементов промышленного робота	Тест	Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%
	Уметь применять знания физических основ функционирования элементов при составлении математических моделей	Решение стандартных практических задач	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами исследования и навыками расчета характеристик элементов робота на основе полученных математических моделей	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств (типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности)

7.2.1 Примерный перечень заданий для подготовки к тестированию

1. К атрибутам системы относятся:

- 1) принцип действия системы;
- 2) структура системы;
- 3) конструкция системы;
- 4) параметры системы.

2. Модель «чёрный ящик» отражает:

- 1) целостность и изолированность системы от внешней среды;
- 2) перечень элементов системы;

- 3) связь между элементами системы;
- 4) другой вариант ответа.

3. Модель состава отражает:

- 1) связь между элементами системы;
- 2) другой вариант ответа;
- 3) перечень элементов системы;
- 4) связь системы с внешней средой.

4. Робот как система включает следующие подсистемы:

- 1) исполнительную;
- 2) управляющую;
- 3) информационную;
- 4) электромеханическую.

Варианты ответа:

- 1) только 1, 2, 3
- 2) все перечисленные
- 3) только 1 и 2
- 4) только 3 и 4

5. Кинематическая пара это:

- 1) подвижное соединение двух звеньев;
- 2) неподвижное соединение двух звеньев;
- 3) разомкнутая цепь, состоящая из нескольких звеньев;
- 4) другой вариант ответа.

6. Обобщённая координата характеризует:

- 1) длину звена;
- 2) поперечные размеры звена;
- 3) относительные перемещения в кинематических парах;
- 4) другой вариант ответа.

7. Матрица положения имеет размерность:

- 1) 2×2 ;
- 2) 3×3 ;
- 3) 4×4 ;
- 4) 4×3 .

8. С помощью прямой задачи кинематики рассчитывают:

- 1) положение рабочего органа, а также звеньев манипулятора по заданным обобщенным координатам;
- 2) обобщенные координаты манипулятора по заданному в опорной системе координат положению рабочего органа;
- 3) взаимное положение звеньев;
- 4) другой вариант ответа.

9. С помощью обратной задачи кинематики рассчитывают:

- 1) положение рабочего органа, а также звеньев манипулятора по заданным обобщенным

- координатам;
- 2) обобщенные координаты манипулятора по заданному в опорной системе координат положению рабочего органа;
 - 3) взаимное положение звеньев;
 - 4) другой вариант ответа.

10. Положение и ориентация захватного устройства в пространстве задается с помощью:

- 1) 3 параметров;
 - 2) 6 параметров;
 - 3) 4 параметров;
- другой вариант ответа.

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

1. Момент инерции J тонкого однородного стержня длиной l и массой m относительно центральной оси симметрии определяется следующей формулой:

- 1) $J = \frac{1}{4} ml^2$;
- 2) $J = \frac{1}{3} ml^2$;
- 3) $J = \frac{1}{12} ml^2$;
- 4) $J = ml^2$.

2. Момент инерции J материальной точки массой m , удаленной на расстояние r от оси z , равно:

- 1) $J_z = mr^2$;
- 2) $J_z = mr$;
- 3) $J_z = m^2 r$;
- 4) $J_z = \frac{1}{2} mr^2$.

3. Скорость идеального холостого хода ДПТ:

- 1) $n_1 = 60 f / p$
- 2) $\omega_0 = U / k\Phi$
- 3) $n_0 = U / k\Phi$
- 4) $\omega_{xx} = U - rM_0 / (k\Phi)^2$
- 5) $\omega_{xx} = U - rI_{xx} / k\Phi$

4. Уравнение электромагнитного момента ДПТ:

- 1) $M = k\Phi\omega$
- 2) $M = k\Phi I$
- 3) $M = \frac{U}{k\Phi}$
- 4) $M = \frac{U}{k\Phi} - \frac{Ir}{k\Phi}$

5. Уравнение движения однокоординатного электропривода:

- 1) $\omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{Ir}{k\Phi}$

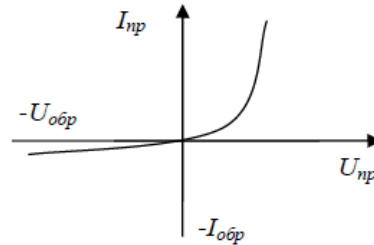
$$2) \omega = \frac{U}{k\Phi} - \frac{Mr}{(k\Phi)^2}$$

$$3) M - M_c = J \frac{d\omega}{dt}$$

$$4) E = k\Phi\omega$$

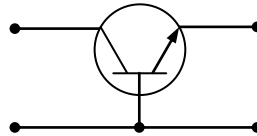
6. На рисунке изображена вольт-амперная характеристика...

- 1) тиристора
- 2) биполярного транзистора
- 3) выпрямительного диода



7. На рисунке приведена схема включения транзистора с общей (-им)...

- 1) коллектором
- 2) базой
- 3) эмиттером



8. Электродвигатель предназначен для преобразования:

- механической энергии в механическую;
- + электрической энергии в механическую;
- электрической энергии в электрическую;
- механической энергии в электрическую.

9. Передаточный механизм предназначен для преобразования:

- + механической энергии в механическую;
- электрической энергии в механическую;
- электрической энергии в электрическую;
- механической энергии в электрическую.

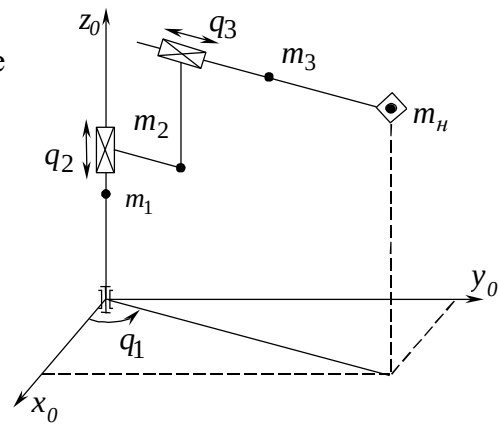
10. Потенциометрические датчики предназначены для преобразования:

- 1) скорости линейных и угловых перемещений в ЭДС;
- 2) механических напряжений в электрический сигнал;
- 3) измеряемой величины в емкостное сопротивление;
- 4) механического перемещения в электрический сигнал.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

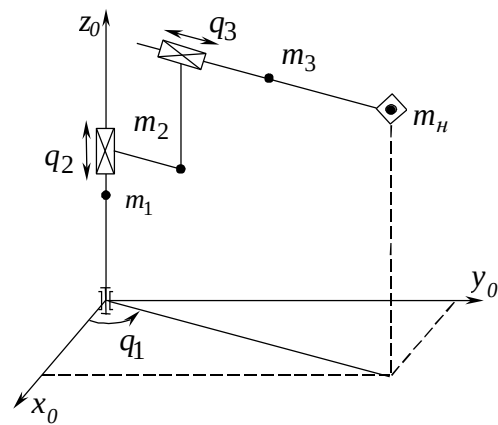
1. Сколько степеней подвижности имеет манипуляционное устройство, изображенное на рисунке:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.



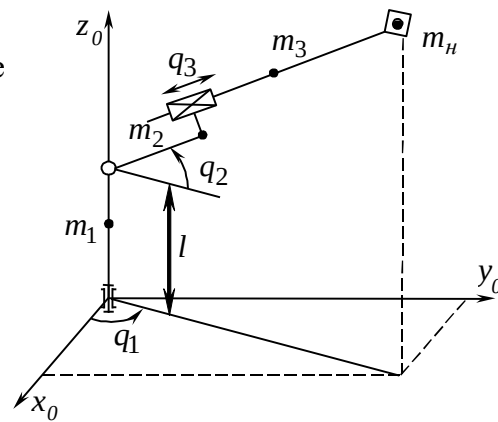
2. Изображенное на рисунке манипуляционное устройство является манипуляционным устройством со следующей системой координат:

- 1) прямоугольная;
- 2) цилиндрическая;
- 3) сферическая;
- 4) угловая.



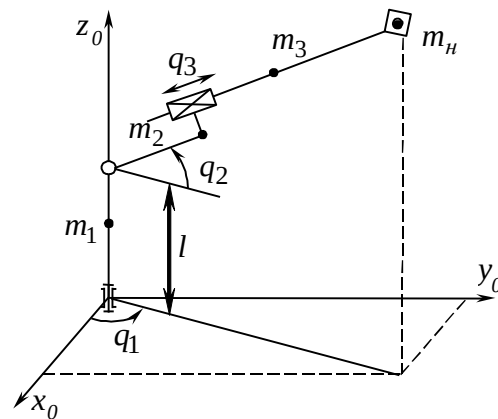
3. Сколько степеней подвижности имеет манипуляционное устройство, изображенное на рисунке:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.



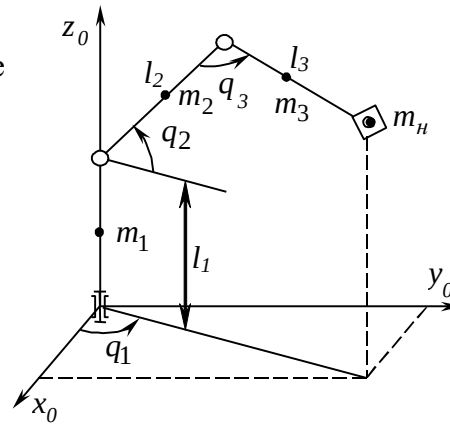
4. Изображенное на рисунке манипуляционное устройство является манипуляционным устройством со следующей системой координат:

- 1) прямоугольная;
- 2) цилиндрическая;
- 3) сферическая;
- 4) угловая.



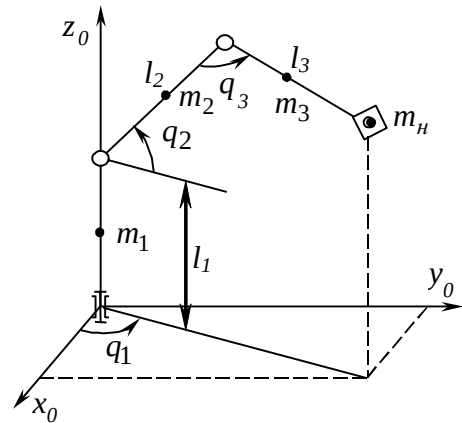
5. Сколько степеней подвижности имеет манипуляционное устройство, изображенное на рисунке:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 4;
- 4) 5.



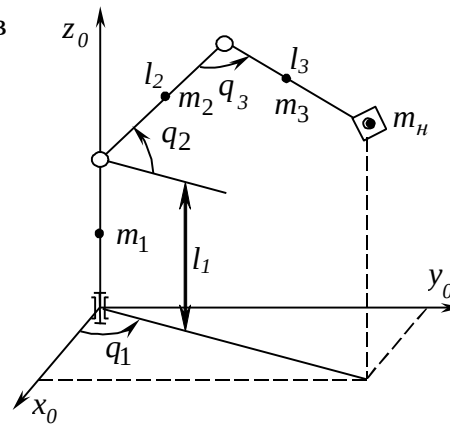
6. Изображенное на рисунке манипуляционное устройство является манипуляционным устройством со следующей системой координат:

- 1) прямоугольная;
- 2) цилиндрическая;
- 3) сферическая;
- 4) угловая.



7. Какой вид передачи можно использовать в сочленениях манипулятора данного типа?

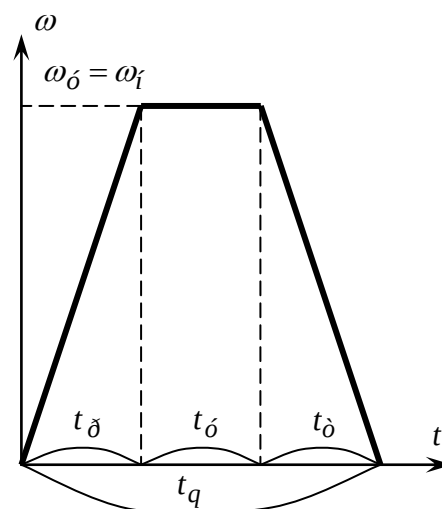
- 1) реечная;
- 2) винтовая;
- 3) волновая;
- 4) тросовая.



8. По заданной циклограмме изменения скорости звена манипулятора определить значение угла поворота звена.

$\omega_n = 2$ рад/с, $t_p = t_r = t_y = 0,2$ с.

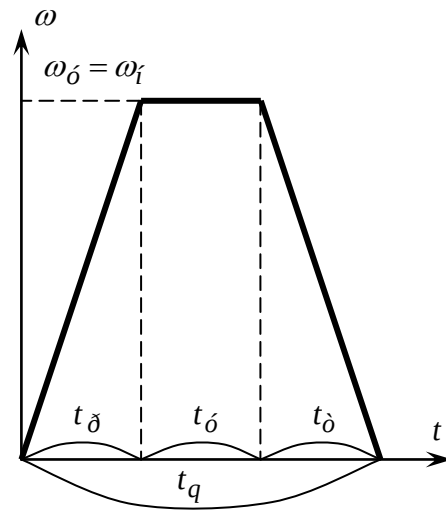
- 1) - 0,8 рад;
- 2) 0,5 рад;
- 3) 0,08 рад;
- 4) 1 рад.



9. По заданной циклограмме изменения скорости звена манипулятора определить модуль ускорения звена.

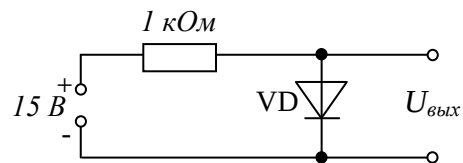
$$\omega_n = 2 \text{ рад/с}, t_p = t_r = t_y = 0,2 \text{ с}.$$

- 1) 1 рад/с^2 ;
- 2) 10 рад/с^2 ;
- 3) 8 рад/с^2 ;
- 4) 4 рад/с^2 ;



10. Идеальный диод включен в схему, приведенную на рисунке. Определить $U_{\text{вых}}$.

- 1) 0;
- 2) 15 В;
- 3) 0,1 В.



7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Понятие системного анализа.
2. Атрибуты и варианты систем.
3. Определение модели технических систем.
4. Роль и место моделирования в процессе проектирования технических систем.
5. Функции модели.
6. Модели систем: «чёрный ящик», «состава», «структуры» и «структурной схемы».
7. Энергетический и информационный потоки в работе
8. Закон электромагнитной индукции.
9. Принцип действия синхронного генератора.
10. Конструкция, принцип действия диодов, их вольт-амперная характеристика. Управляемые ключевые элементы: транзисторы, тиристоры
11. Физические основы функционирования двигателей постоянного и переменного тока.
12. Понижающие редукторы.
13. Кинематические схемы манипуляторов
14. Теорема Штейнера.
15. Понятие прямой и обратной задачи кинематики.
16. Законы Ньютона при описании работы механической системы робота.
17. Силы, действующие в механизмах робота.
18. Расчет кинетической и потенциальной энергии для различных вариантов механической системы робота
19. Уравнение Лагранжа 2-го рода.
20. Принцип действия сельсинов, потенциометров, импульсных датчиков положения
21. Принцип действия тахогенератора.
22. Тактильные датчики
23. Неподвижные и подвижные системы координат
24. Получение результирующей матрицы положения для различных видов

манипуляционных систем.

7.2.5 Примерный перечень заданий для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

(Например: Экзамен проводится по тест-билетам, каждый из которых содержит 10 вопросов и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос в тесте оценивается 1 баллом, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Назначение курса. Сущность системного подхода к анализу и синтезу технических систем. Робот как система.	ОПК-1	Тест
2	Первичные источники электроэнергии	ОПК-1	Тест
3	Электромеханические и механические преобразователи энергии и их варианты.	ОПК-1	Тест
4	Силовые преобразователи электроэнергии. Физические основы функционирования ключевых элементов: диоды, транзисторы, тиристоры.	ОПК-1	Тест
5	Манипуляционные устройства – механическая часть робота	ОПК-1	Тест
6	Понятие материальной точки, тонкого однородного стержня, цилиндра. Момент инерции типовых звеньев манипуляционных устройств.	ОПК-1	Тест
7	Понятие прямой и обратной задачи кинематики. Метод геометрического	ОПК-1	Тест

	проецирования при составлении уравнений кинематики.		
8	Силы, действующие в механизмах робота. Законы Ньютона при описании работы механической системы робота.	ОПК-1	Тест
9	Физические основы динамики промышленных роботов	ОПК-1	Тест
10	Уравнение движения для степеней подвижности робота. Понятие параметрических и координатных возмущений.	ОПК-1	Тест
11	Физические основы функционирования и принцип действия датчиков положения, датчиков внешней среды, датчиков скорости, тактильных датчиков	ОПК-1	Тест
12	Неподвижные и подвижные системы координат. Преобразование систем координат.	ОПК-1	Тест

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1. Юревич Е.И. Основы робототехники . - 2-е изд. , перераб. и доп.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 416 с.
2. Ревнев С.С. Основы моделирования технических систем: учебное

пособие / С.С. Ревнев, В.А. Трубецкой, Ю.С. Слепокуров. - Воронеж: ГОУ ВПО ВГТУ. 2008. – 115 с.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

Лицензионное программное обеспечение

1. LibreOffice;
2. Apache OpenOffice 4.1.11;
3. Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic;
4. Acrobat Pro 2017 Multiple Platforms Russian AOO License TLP;
5. FEMM 4.2;
6. SciLab;
7. MATLAB Classroom;
8. Simulink Classroom.

Отечественное ПО

1. «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат. ВУЗ»».

2. Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиатинтернет»».

3. Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ).

4. Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU.

Ресурс информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

<http://www.edu.ru/>

Образовательный портал ВГТУ

Информационная справочная система

1. <http://window.edu.ru>

2. <https://wiki.cchgeu.ru/>

Современные профессиональные базы данных

1. Электротехника. Сайт об электротехнике

Адрес ресурса: <https://electrono.ru>

2. Электротехнический портал

<http://электротехнический-портал.рф/>

3. Силовая электроника для любителей и профессионалов

Адрес ресурса: <http://www.multikonelectronics.com/>

4. Netelectro

Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления

Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>

5. Marketelectro

Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг.

Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>

6. Электромеханика

Адрес ресурса: <https://www.electromechanics.ru/>

7. Electrical 4U

Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник»

Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>

8. All about circuits

Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация

Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>

9. Библиотека ООО «Электропоставка»

Адрес ресурса: <https://elektropostavka.ru/library>

10. Электрик

Адрес ресурса: <http://www.electrik.org/>

11. Чертежи.ru

Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

12. Электроспец

Адрес ресурса: <http://www.elektrospets.ru/index.php>

13. Библиотека WWER

Адрес ресурса: <http://lib.wwer.ru>

14. Единая система конструкторской документации.

Адрес ресурса: https://standartgost.ru/0/2871-edinaya_sistema_konstruktorskoy_dokumentatsii //

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная ПК и проекционным оборудованием.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Физические основы робототехники» читаются лекции,

проводятся практические занятия.

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на укрепление знаний по физическим основам работы объектов робототехники, получение навыков расчета их характеристик. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Практическое занятие	Конспектирование рекомендуемых источников. Работа с конспектом лекций, подготовка ответов к контрольным вопросам, просмотр рекомендуемой литературы. Прослушивание аудио- и видеозаписей по заданной теме, выполнение расчетно-графических заданий, решение задач по алгоритму.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения; - участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП