

**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
«Элементная база 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  /Семенов М.В./

Заведующий кафедрой
Технологии сварочного
производства и диагностики  /Селиванов В.Ф./

Руководитель ОПОП  /Селиванов В.Ф./

Воронеж 2023

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

Изучение основополагающих принципов проектирования и конструирования, построение моделей и алгоритмов расчета на прочность, жесткость и выносливость основных элементов, применяемых в мехатронных и робототехнических устройствах.

Приобретение опыта в разработке конструкции типовых деталей и узлов мехатронных модулей, использовании технической и нормативной литературы, в оформлении конструкторской документации, в том числе с использованием компьютерных технологий.

1.2. Задачи освоения дисциплины:

- ознакомление с современными методами исследования и проектирования деталей мехатронных модулей;
- изучения методов решения задач при создании изделий робототехники, отвечающих современным требованиям эффективности, надёжности и экономичности.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.В.03 «Элементная база робототехники» относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений блока Б1. учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Элементная база робототехники» направлен на формирование следующих компетенций:

ПК-3 Способен на организационное, материальное и документационное обеспечение ремонта промышленных роботов и роботизированных комплексов в машиностроении;

ПК-4 Способность производить проектирование отдельных устройств и подсистем мехатронных и робототехнических систем с использованием стандартных исполнительных и управляющих устройств, средств автоматики, измерительной и вычислительной техники в соответствии с техническим заданием.

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ПК-3	знать концепции построения и терминологию в мехатронике и робототехнике
	уметь проводить исследования модулей мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий
	владеть навыками использования прикладных программ для расчета элементов систем роботов.

ПК-4	знать основы элементной базы для управляющих систем робототехники
	уметь проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем
	владеть методиками проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем.

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Элементная база робототехники» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		8
Аудиторные занятия (всего)	20	20
В том числе:		
Лекции	20	20
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	20	20
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	-	-
Самостоятельная работа	68	68
Курсовая работа (проект)	Нет	Нет
Контрольная работа	Нет	Нет
Часы на контроль	Нет	Нет
Виды промежуточной аттестации		зачет
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	108 3	108 3

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.	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
<i>4 семестр</i>							
1	Введение. Мехатронные модули вращательного движения.	Значение дисциплины в структуре подготовки бакалавров по направлению мехатроника и робототехника. Основные параметры механических передач и их производные характеристики. От механики к мехатронике. Мехатронные устройства. Особенности расчета преобра-	2	2	-	6	10

		зователей движения мехатронных модулей.					
2	Мехатронные модули поступательного движения.	Обзор мехатронных модулей вращательного движения: цилиндрические, коническо-цилиндрические, червячные, цилиндро-червячные, планетарные, волновые и цилиндрическо-волновые мотор-редукторы: назначение, краткие сведения о конструкции. Новые направления в развитии преобразователей вращательного движения. Подшипниковые редукторы. Принцип действия, технические характеристики. Отличительные особенности подшипниковых редукторов. Коническо-планетарно-цилиндрические редукторы, конструктивные особенности и возможности использования.	2	2	-	6	10
3	Мехатронные модули поступательного движения	Винт-гайка скольжения и качения, сравнительные характеристики, материалы. Шариковинтовые и роlikо-винтовые передачи. Критерии работоспособности шарико-винтовой и роlikо-винтовой передачи. Типы роlikо-винтовых передач: планетарная и рециркуляционная. Новейшие разработки в области роlikо-винтовых передач	2	2	-	6	10
4	Конструктивные элементы деталей мехатронных модулей роботов.	Виды шпоночных соединений, применяемых в мехатронных модулях и роботах. Шпоночные ненапряженные соединения. Расчет на прочность. Шлицевые соединения. Виды соединений. Способы центрирования. Расчет на прочность и износостойкость. Передача крутящего момента призматическими и профильными соединениями. Формы призматических и профильных валов. Преимущества и недостатки призматических и профильных соединений. Штифтовые соединения. Кон-	2	2	-	8	12

		струкции, область применения, преимущества и недостатки. Передача крутящего момента фланцевыми соединениями. Расчет фланцевых соединений. Конструкции фланцев с торцовыми шлицами.					
5	Передача крутящего момента в мехатронных модулях повышенной точности.	Преимущества применения соединений с натягом в мехатронике. Конусные соединения – прессовые и затяжные. Расчет несущей способности конусного соединения. Соединения коническими затяжными кольцами. Конструкции и расчет несущей способности. Клеммовые соединения, конструкции и расчет несущей способности.	2	2		6	10
6	Опоры вращения (подшипники) мероприятия	Классификация подшипников по виду трения. Преимущества подшипников качения, мотивирующие их использование в мехатронных модулях (роботах). Конструкции и классификация подшипников качения. Методика расчета подшипников качения. Конструкции подшипниковых узлов. Виды уплотнений подшипниковых узлов.	2	2		6	10
7	Пружины в мехатронных системах	Классификация пружин. Пружины сжатия. Требования к конструкции конечных витков, центрирование пружин. Расчет пружин. Меры против потери устойчивости и резонансных колебаний пружин. Конструкции пружин растяжения. Длина рабочей части. Использование пружин растяжения в мехатронных модулях: в манипуляторе, нелинейном пружинном аккумуляторе, дозаторах и стабилизаторах жидкостей. Конические, телескопические, призматические пружины. Плоские пружины, их использование в рекуперативном приводе. Тарельчатые пружины и	2	2		6	10

		торсионы: назначение и конструкции. Ленточные и спиральные пружины, их использование в пружинных аккумуляторах. Материалы пружин. Заневоливание пружин.					
8	Точность и жесткость мехатронных модулей (роботов)	Погрешности, характеризующие точность мехатронного модуля (робота). Мертвый ход. Выборка мертвого хода в винтовых механизмах. Механизмы выборки бокового зазора между зубьями колес зубчатых передач. Безлюфтовые механизмы с замкнутым энергетическим потоком. Кинематическая погрешность и мертвый ход многоступенчатых преобразователей движения. Люфтовывирающие механизмы.	2	2		6	10
9	Основные принципы конструирования деталей мехатронного модуля (робота)	Основные критерии работоспособности деталей машин. Требования к конструкции деталей мехатронных модулей (роботов), общие критерии выбора конструктивных решений. Основные методы, активизирующие творческое мышление (применительно к конструированию). Критерии долговечности, срок службы машины. Средства повышения долговечности мехатронных модулей. Основные понятия надежности деталей мехатронных модулей. Пути повышения надежности мехатронных модулей. Принцип параллельного и одновременного выполнения операций при сборке мехатронных модулей. Проектирование конструкций деталей, позволяющих осуществлять наиболее технологичную сборку, обеспечивающих подвод монтажного инструмента и такелажных приспособлений, облегчающих удобство обслуживания.	2	2		8	12

10	Конструкции промышленных роботов	Назначение и область применения промышленных роботов. Число степеней свободы кинематической цепи промышленного робота. Структура и конструкция промышленных роботов. Роботы с поступательным и поворотным рабочими перемещениями. Захватные устройства промышленных роботов, их назначение и конструкции. Системы передвижения мобильных роботов. Преобразователи движения, применяющиеся в исполнительных системах роботов.	2	2		6	10
Итого			20	20		68	108

5.2 Перечень лабораторных работ

1.	Инструктаж по технике безопасности. Знакомство с учебным оборудованием. Лабораторная работа № 1. Исследование характеристик коллекторного тахогенератора и помехозащищённого канала связи
2.	Лабораторная работа № 2. Исследование характеристик импульсного индукционного датчика скорости
3.	Лабораторная работа № 3. Исследование фотоэлектрических преобразователей угловых перемещений
4.	Лабораторная работа № 4. Исследование бесконтактного датчика положения генераторного типа
5.	Лабораторная работа № 5. Исследование робототехнической системы с оучувствлённым технологическим оборудованием
6.	Лабораторная работа № 6. Исследование характеристик индукционного датчика ближней локации
7.	Лабораторная работа № 7. Исследование характеристик сенсора силы на основе тензопреобразователя
8.	Лабораторная работа № 8. Исследование характеристик индукционного датчика ближней локации
9.	Лабораторная работа № 9. Алгоритмы распознавания в системах технического зрения.

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

Выполнение курсовой работы (проекта) и контрольной работы не предусмотрено учебным планом.

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
ПК-3	знать концепции построения и терминологию в мехатронике и робототехнике	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить исследования модулей мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть навыками использования прикладных программ для расчета элементов систем роботов.	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ПК-4	знать основы элементной базы для управляющих систем робототехники	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	уметь проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методиками проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем.	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	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 для очной формы обучения в 5 семестре по системе зачет/незачет и 6 семестре по четырехбалльной системе (зачет с оценкой):

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ПК-3	знать концепции построения и терминологию в мехатронике и робототехнике	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов

	уметь проводить исследования модулей мехатронных и робототехнических систем с применением современных информационных технологий	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть навыками использования прикладных программ для расчета элементов систем роботов.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
ПК-4	знать основы элементной базы для управляющих систем робототехники	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь проводить эксперименты на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем и их подсистем	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	владеть методиками проведения экспериментов на действующих макетах и образцах мехатронных и робототехнических систем.	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	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

I. К преобразователям вращательного движения не относится:

- 1) планетарная передача
- 2) цилиндро-червячная передача
- 3) роliko-винтовая планетарная передача
- 4) планетарно-цевочная передача

II. Основные параметры механических передач (выбрать правильные параметры)

- 1) угловая скорость вращения вала
- 2) частота вращения входного вала
- 3) передаточное число
- 4) мощность выходного вала
- 5) коэффициент полезного действия
- 6) частота вращения выходного вала
- 7) крутящий момент
- 8) мощность входного вала

III. При расчете передачи для мехатронного модуля нужно учитывать следующие рекомендации:

- 1) Приоритетны косозубые передачи
- 2) Не требуется неукоснительное соблюдение стандартов на межосевое расстояние
- 3) Требования технического задания имеют преимущества перед требованиями стандарта
- 4) Твердость шестерни НВ может быть больше 350 кгс/мм^2
- 5) Твердость колеса НВ не может быть меньше 350 кгс/мм^2

IV. Волновая передача основана на принципе преобразования параметров движения за счет волнового гибкого звена механизма.

- 1) скольжения
- 2) перехода
- 3) деформирования
- 4) преобразования

V. Что называют реверсированием хода?

- 1) изменение направления вращения ведомого вала при неизменном направлении вращения ведущего вала
- 2) изменение направления вращения ведущего вала при неизменном направлении вращения ведомого вала
- 3) отношение наибольшего и наименьшего значений угловых скоростей ведомого и ведущего вала

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Задача 1:

Расчет конусного соединения.

Задан рабочий крутящий момент $M_{кр} = 1 \text{ кН} \cdot \text{м}$. Диаметр вала (большой диаметр конуса) $d = 60 \text{ мм}$. Длина конуса $l = 70 \text{ мм}$. Конусность 1:20. Вал и ступица — стальные. Вал массивный ($a_1 = 0$). Наружный диаметр ступицы $D = 90 \text{ мм}$ ($a_2 = 0,66$). Посадочные поверхности обработаны до $R_z = 3,2 \text{ мкм}$. Коэффициент трения $f = 0,1$.

Определить силу затяжки и осевой натяг, необходимые для передачи крутящего момента.

Задача 2:

Расчет клеммового соединения.

Определить размеры болтов для клеммового соединения с разъемной ступицей.

Усилие на рычаг равно $F = 500 \text{ Н}$, расстояние $a = 200 \text{ мм}$, диаметр вала $D = 40 \text{ мм}$, ширина клеммы $b = 200 \text{ мм}$ допускаемое напряжение для болта МПа, коэффициент трения в клеммовом соединении $f = 0,1$.

В задаче следует показать на расчетной схеме возникающие усилия и записать равенство действующих моментов и моментов сил трения на сопрягаемых поверхностях, из которого определить усилие затяжки и затем рассчитать диаметр болта.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

1. Особенности расчета преобразователей движения мехатронных модулей.
2. Преимущества мехатронных модулей перед обычными конструкциями. Доказать на примерах.
3. Мехатронные модули вращательного движения: разновидности, прин-

- цип работы.
4. Цилиндрический мотор-редуктор, его назначение и краткие сведения о конструкции.
 5. Коническо-цилиндрический мотор-редуктор, его назначение и краткие сведения о конструкции
 6. Червячный мотор-редуктор, его назначение и краткие сведения о конструкции.
 7. Цилиндро-червячный мотор-редуктор, его назначение и краткие сведения о конструкции.
 8. Планетарный мотор-редуктор, его назначение и краткие сведения о конструкции.
 9. Волновой мотор-редуктор, его назначение и краткие сведения о конструкции.
 10. Цилиндрическо-волновой мотор-редуктор, его назначение и краткие сведения о конструкции.
 11. Подшипниковый мотор-редуктор. Отличительные особенности и возможности использования
 12. Планетарно-цевочный редуктор, устройство, принцип работы, преимущества и возможности применения.
 13. Мехатронные модули поступательного движения: разновидности, принцип работы, сравнительные характеристики.
 14. Шарико-винтовые преобразователи поступательного движения – разновидности, принцип работы.
 15. Ролико-винтовые преобразователи поступательного движения – разновидности, принцип работы.
 16. Типы и конструкция шлицевых соединений, порядок расчетов.
 17. Посадки и способы центрирования прямобоочных шлицевых соединений
 18. Особенности передачи крутящего момента призматическими и профильными соединениями. Преимущества и недостатки призматических и профильных соединений.
 19. Механизм передачи крутящего момента конусными соединениями, конструкции соединений, характеристики.
 20. Расчет несущей способности конусного соединения
 21. Клеммовые соединения, конструкции. Расчет несущей способности клеммовых соединений.
 22. Качества подшипников качения, мотивирующие их использование в мехатронных модулях (роботах).
 23. Недостатки подшипников качения, которые следует учитывать при расчете узлов мехатронных модулей (роботов).
 24. Предварительный выбор и проверочный расчет подшипников в зависимости от назначения и типа преобразователя движения.
 25. Крепление подшипников на валах – основные способы фиксации, типы уплотняющих устройств.
 26. Установка подшипников в корпусах – способы и детали крепления типы

- уплотняющих устройств.
27. Направляющие поступательного движения с трением скольжения – конструктивные исполнения и материалы. Требования к направляющим поступательного движения.
 28. Направляющие поступательного движения с трением качения. Виды тел качения и способы их установки в направляющих поступательного движения.
 29. Конструкции направляющих с телами качения, перекатывающимися при перемещении каретки.
 30. Конструкции направляющих с телами качения, вращающимися в своих гнездах.
 31. Влияние способа установки тел качения в направляющих на габариты, погрешность и точность перемещения каретки.
 32. Классификация и конструкции пружин. Понятия податливости и удельной жесткости пружины.
 33. Схемы использования пружин растяжения в манипуляторах.
 34. Схемы использования пружин в нелинейном пружинном аккумуляторе.
 35. Схемы использования пружин растяжения в тормозных конструкциях.
 36. Схемы использования ленточных пружин в пружинных аккумуляторах.
 37. Понятия жесткости и податливости звеньев конструкций.
 38. Определение податливости вала, работающего на кручение.
 39. Определение податливости шпоночного соединения и шлицевого соединения.
 40. Определение податливости зубчатой передачи, связанной с деформацией зубьев.
 41. Определение податливости соединения винт-гайка качения.
 42. Погрешность, вызванная податливостью преобразователя движения.
 43. Определение величины погрешности мехатронного модуля, вызванной податливостью.
 44. Факторы, влияющие на жесткость конструкции.
 45. Конструктивные способы повышения жесткости – рассмотреть на примере сравнения консольно- и двухопорно закрепленных систем.
 46. Конструктивные способы повышения жесткости – рассмотреть на примере замены изгиба растяжением-сжатием.
 47. Способы увеличения жесткости консольных конструкций – рассмотреть на примере консольного вала.
 48. Конструктивные способы повышения жесткости корпусных деталей.
 49. Способы определения точности работы мехатронных модулей (роботов).
 50. Понятие кинематической погрешности и мертвого хода в преобразователях движения.
 51. Кинематическая погрешность и мертвый ход цилиндрической зубчатой передачи.
 52. Кинематическая погрешность и мертвый ход шарико-винтовой пере-

- дачи.
53. Кинематическая погрешность и мертвый ход многоступенчатых преобразователей движения.
 54. Общие критерии выбора конструктивных решений деталей мехатронного модуля.
 55. Оценка требований, предъявляемых к разработке деталей мехатронных модулей (роботов).
 56. Основные методы, активизирующие творческое мышление (применительно к конструированию мехатронных модулей и роботов).
 57. Понятия безотказности, работоспособности, долговечности и сохраняемости мехатронных модулей.
 58. Основные понятия надежности деталей мехатронных модулей. Эксплуатационная надежность.
 59. Пути повышения надежности мехатронных модулей.
 60. Унификация и нормализация при конструировании деталей машин.
 61. Понятие конструктивной интеграции элементов модуля в едином корпусе.
 62. Соблюдение условий производительной и качественной сборки при конструировании.
 63. Выбор системы сборки, и конструкции деталей и узлов, обеспечивающих удобство монтажа-демонтажа, проверки и регулирования узлов.
 64. Назначение и область использования промышленных роботов. Понятие кинематической цепи манипуляторов и промышленных роботов.
 65. Число степеней свободы разомкнутых (открытых) кинематических цепей.
 66. Структура и конструкции промышленных роботов.
 67. Манипуляционные системы роботов. Захватные устройства роботов, их назначение. Конструкции захватных устройств роботов.
 68. Роботы с поступательным и поворотными рабочими перемещениями
 69. Системы передвижения мобильных роботов.

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Зачет проводится по билетам, каждый из которых содержит 2 вопроса. Студент может получить положительную аттестацию по курсу только в случае выполнения лабораторных работ и практических заданий.

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Мехатронные модули поступательного движения.	ПК-3	Тест, защита лабораторных и практических

			работ
2	Мехатронные модули поступательного движения	ПК-3	Тест, защита лабораторных и практических работ
3	Конструктивные элементы деталей мехатронных модулей роботов.	ПК-4	Тест, защита лабораторных и практических работ
4	Передача крутящего момента в мехатронных модулях повышенной точности.	ПК-4	Тест, защита лабораторных и практических работ
5	Опоры вращения (подшипники) мероприятия	ПК-4	Тест, защита лабораторных и практических работ
6	Пружины в мехатронных системах	ПК-4	Тест, защита лабораторных и практических работ
7	Конструкции промышленных роботов	ПК-4	Тест, защита лабораторных и практических работ

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Орлов П.И. Основы конструирования: М.: Машиностроение, 1977.
2. Иванов М.Н., Финогенов В.А. Детали машин: Москва: Юрайт, 2014.

Дополнительная литература:

1. В.М. Таугер. Детали мехатронных модулей и роботов.
2. В.М. Таугер. Конструирование мехатронных модулей.

Методическая литература:

1. Анненков А.Н. Методические указания к лабораторным работам № 5-6 по дисциплине «Информационные устройства роботов» для студентов специальности 210300 «Роботы и робототехнические системы» дневной и вечерней форм обучения - Воронеж: ВГТУ, 1996.

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:

сайт электронной информационно-образовательной среды ВГТУ
<https://old.education.cchgeu.ru>.

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

Специализированная лекционная аудитория, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.

Учебные лаборатории: лабораторные и практические занятия проводятся в лаборатории 06/1, оснащенной роботом Fanuc.

Дисплейный класс (лаборатория 010a/1), оснащенный компьютерными программами.

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

По дисциплине «Технологии роботизированных производств» читаются лекции, проводятся практические занятия и лабораторные работы.

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 приобретение практических навыков. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

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.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
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.

ЛИСТ РЕГИСТРАЦИИ ИЗМЕНЕНИЙ

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