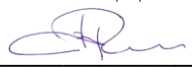


**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Воронежский государственный технический университет»

УТВЕРЖДАЮ

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

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

**«Электрические, гидравлические и пневматические приводы
мехатронных и робототехнических устройств (систем)»**

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

 /Бокарев Д.И./

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

Подготовка специалиста к решению задач, связанных с проектированием и эксплуатацией приводов промышленных роботов, мехатронных и робототехнических систем.

1.2. Задачи освоения дисциплины

Изучение видов, конструкции, принципов выбора, расчета и проектирования приводов; измерительных, силовых, управляющих и коммутирующих устройств; типичных неисправностей и методов контроля.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина Б1.О.25 «Электрические, гидравлические и пневматические приводы мехатронных и робототехнических устройств (систем)» относится к дисциплинам обязательной части блока Б1. учебного плана.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Электрические, гидравлические и пневматические приводы мехатронных и робототехнических устройств (систем)» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-12 Способен участвовать в монтаже, наладке, настройке и сдаче в эксплуатацию опытных образцов мехатронных и робототехнических систем, их подсистем и отдельных модулей;

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

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-12	знать принципы построения приводов и их отдельных элементов и модулей
	уметь проводить эксперименты на действующих макетах, образцах приводов мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств
	владеть навыками расчета, построения математических моделей приводов и их отдельных элементов и модулей
ОПК-13	знать методы диагностики и контроля качества составных частей мехатронных и робототехнических систем
	уметь применять методы диагностики и контроля качества
	владеть методикой диагностики и поиска неисправностей

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Электрические, гидравлические и пневматические приводы мехатронных и робототехнических устройств (систем)» составляет 8 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры	
		5	
Аудиторные занятия (всего)	90	90	
В том числе:			
Лекции	36	36	
Практические занятия (ПЗ) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	36	36	
Лабораторные работы (ЛР) в том числе в форме практической подготовки (<i>при наличии</i>)	18	18	
Самостоятельная работа	162	162	
Курсовая работа (проект)	Есть	Есть	
Контрольная работа	Нет	Нет	
Часы на контроль	36	36	
Виды промежуточной аттестации	экзамен	экзамен	
Общая трудоемкость: академические часы зач.ед.	288 8	288 8	

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
1	Общие сведения о приводах мехатронных и робототехнических устройств	Приводы как структурные элементы мехатронных и робототехнических устройств. Основные типы приводов, их характеристики, области применения. Преимущества и недостатки различных типов приводов. Типы и характеристики нагрузок мехатронных и робототехнических устройств. Обобщенная функциональная и структурная схемы привода робота и мехатронного модуля.	4	-	-	12	16
2	Электропривод	Основные типы приводов, используемых в робототехнике и мехатронике, обобщенная функциональная схема привода робота и мехатронного модуля. Электрические приводы с двигателями постоянного тока (ДПТ): типы и конструкция ДПТ. Приводы на базе асинхронных двигателей (АД):	10	10	5	40	65

		принцип работы и основные конструктивные разновидности АД, механические характеристики АД. Режимы работы, пуск, управление АД. Электрические приводы с синхронными двигателями (СД): физические основы работы, области применения, синхронные двигатели с постоянными магнитами, принцип работы, статические и динамические характеристики. Шаговые двигатели (ШД): принцип работы, статические и динамические характеристики, схемы построения коммутаторов, требования к элементам привода на базе ШД. Бесконтактные двигатели постоянного тока (БДПТ): принципы работы, схемы управления, датчик положения ротора и требования к нему, основные элементы и требования к ним, статические и динамические характеристики. Приводы на базе электромагнитных муфт (ЭММ): типы и конструкции электромагнитных муфт, статические характеристики, динамические характеристики, структурное представление приводов на базе ЭММ. Принцип действия исполнительных механизмов микроперемещений на основе пьезокерамики, их статические и динамические характеристики, структурные схемы. Области применения приводов на базе пьезокерамических двигателей.					
3	Гидравлический привод	Общие сведения о гидросистемах, гидроприводах и гидропередачах. Рабочие жидкости Гидролинии и элементы их соединения. Уплотнительные устройства Гидробаки. Кондиционеры рабочей жидкости. Гидромашины, их общая классификация и основные параметры. Динамические насосы— основные сведения, классификация. Центробежный насос. Насосы трения. Гидравлические турбины. Общие сведения о гидродинамических передачах. Устройство и рабочий процесс гидромуфты. Устройство и рабочий процесс гидротрансформатора. Основные разновидности гидромуфт. Основные разновидности гидротрансформаторов. Принцип действия объемного гидропривода. Основные понятия. Основные преимущества и недостатки объемных гидроприводов. Основные сведения об объемных насосах. Возвратно-поступательные (поршневые) насосы. Общие свой-	10	10	5	40	65

		ства и классификация роторных насосов. Шестеренные насосы. Пластинчатые насосы. Роторно-поршневые насосы. Элементы управления гидравлических приводов. Основные термины, определения и параметры. Гидродроссели. Регулирующие гидроклапаны. Направляющие гидроклапаны. Направляющие гидрораспределители. Дросселирующие гидрораспределители. Электрогидравлические усилители мощности управляющего сигнала. Нерегулируемые и регулируемые объемные гидроприводы. Нерегулируемый объемный гидропривод. Способы регулирования объемных гидроприводов. Способы стабилизации скорости в гидроприводах с дроссельным регулированием. равенство различных способов регулирования. Системы синхронизации движения выходных звеньев нескольких гидродвигателей. Гидравлические системы подачи жидкости. Основы расчета гидравлических систем (гидравлических приводов) Синтез принципиальной схемы гидропривода и подбор его элементов. Общая методика уточненного расчета гидропривода при установившемся режиме работы. Построение характеристики насосной установки. Определение мощности, потребляемой гидроприводом. Построение характеристики простого трубопровода.					
4	Пневматический привод	Типовая схема и элементы пневматического привода. Блок подготовки воздуха. Распределительные устройства. Особенности конструкции пневматических приводов. Торможение поршня. Устройства позиционирования пневмопривода. Основы газодинамики. Статические и динамические характеристики привода. Следящий привод.	8	10	5	40	63
5	Измерительные, силовые, управляющие и коммутирующие устройства	Устройство, принципы действия и основные характеристики современных измерительных элементов приводов мехатронных и робототехнических систем Принципы построения и особенности функционирования силовых и управляющих электронных устройств исполнительных приводов мехатронных и робототехнических систем Устройство коммутации и защиты электроприводов.	4	6	3	30	43
Итого			36	36	18	162	252

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Исследование гидропривода.
2. Исследование электродвигателя постоянного тока.
3. Исследование синхронного электродвигателя.
4. Исследование шагового двигателя.
5. Исследование асинхронного электродвигателя.
6. Исследование пневмопривода.

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

Темы курсовых работ:

1. Расчет электропривода
2. Расчет гидропривода
3. Расчет пневмопривода

Выполнение 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
ОПК-12	знать принципы построения приводов и их отдельных элементов и модулей	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, образцах приводов мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	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 расчета, построения математических моделей приводов и их отдельных элементов и модулей	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
ОПК-13	знать методы диагностики и контроля качества составных частей 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

			граммах	программах
	уметь применять методы диагностики и контроля качества	лабораторная работа, решение задач на практическом занятии	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	владеть методикой диагностики и поиска неисправностей	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 четырехбалльной системе:

«отлично»;

«хорошо»;

«удовлетворительно»;

«неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-12	знать принципы построения приводов и их отдельных элементов и модулей	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, образцах приводов мехатронных и робототехнических систем по заданным методикам и обрабатывать результаты с применением современных информационных технологий и технических средств	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 расчета, построения математических моделей приводов и их отдельных элементов и модулей	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
ОПК-13	знать методы диагностики и контроля качества составных частей мехатронных и робототехнических систем	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	уметь применять методы диагностики и контроля качества	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 методикой диагностики и поиска неисправностей	Решение прикладных задач	Задачи решены в	Продемонстрирован	Продемонстрирован	Задачи не решены

	стей	ных задач в конкретной предметной области	полном объеме и получены верные ответы	верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	верный ход решения в большинстве задач	
--	------	---	--	---	--	--

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. *Вращающиеся трансформаторы это:*

- А) электрические машины переменного тока с неявно выраженными полюсами
- Б) электрические машины постоянного тока с неявно выраженными полюсами

2. *У вращающегося трансформатора:*

- А) в статоре и роторе укладываются по две взаимно перпендикулярные обмотки
- Б) в статоре и роторе укладываются по две взаимно параллельные обмотки

3. *Большой точностью обладают:*

- А) проволочные потенциометры
- Б) пленочные потенциометры

4. *Тахогенераторы применяют в качестве:*

- А) датчика скорости
- Б) датчика угла

5. *Гидроприводом дроссельного управления называется:*

- А) привод с постоянным давлением рабочей жидкости
- Б) привод с переменным давлением рабочей жидкости

6. *Гидроприводом объемного управления называется:*

- А) привод с постоянным давлением рабочей жидкости
- Б) привод с переменным давлением рабочей жидкости

7. *Более высокие энергетические и жесткую нагрузочную характеристики имеет:*

- А) гидропривод дроссельного управления
- Б) гидропривод объемного управления

8. *При постоянной частоте вращения электропривода мощность, рассеиваемая электродвигателем расходуется на преодоление:*

- А) только статической нагрузки
- Б) статической и динамической нагрузки

9. *Рекуперативное торможение наступает:*

- А) при частоте вращения якоря, превышающей частоту вращения идеального х.х.
- Б) при частоте вращения якоря, меньшей чем частота вращения идеального х.х.

10. *Скоростная характеристика электродвигателя постоянного тока представляет собой зависимость:*

- А) частоты вращения от тока в обмотке якоря
- Б) частоты вращения от момента

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень вопросов для подготовки к экзамену

1. Функциональные схемы приводов
2. Состав механической части.
3. Расчетные схемы механической части привода.
4. Виды, классификация и особенности исполнительных приводов мехатронных и робототехнических систем
5. Элементы гидроприводов и гидроавтоматики
6. Гидронасосы
7. Гидродинамические передачи
8. Элементы управления гидравлических приводов
9. Основы расчета гидравлических систем
10. Двигатели постоянного тока.
11. Бесколлекторные двигатели постоянного тока.
12. Асинхронные двигатели переменного тока.
13. Синхронные электродвигатели.
14. Шаговые двигатели.
15. Приводы на базе электромагнитных муфт
16. Принцип действия исполнительных механизмов микроперемещений на основе пьезокерамики
17. Типовая схема и элементы пневматического привода.
18. Конструкции пневматических приводов.
19. Общие требования к датчикам, их основные характеристики и классификация.
20. Параметрические датчики.
21. Потенциометрические, емкостные и индукционные измерители рассогласования.
22. Цифровые датчики линейного и углового положения, скорости, принцип действия, особенности конструкции, основные характеристики.
23. Вращающиеся трансформаторы.
24. Тахогенераторы (постоянного и переменного тока).
25. Акселерометры.
26. Элементы коммутации силовых цепей электроприводов.
27. Элементы защиты силовых цепей.

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен 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	Общие сведения о приводах мехатронных и робототехнических устройств	ОПК-12, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ
2	Электропривод	ОПК-12, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ
3	Гидравлический привод	ОПК-12, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ

4	Пневматический привод	ОПК-12, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ
5	Измерительные, силовые, управляющие и коммутирующие устройства	ОПК-12, ОПК-13	Тест, защита лабораторных работ

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

Основная литература:

1. Теоретические основы робототехники: в 2 кн. / А.И. Корендясев, Б.Л. Саламандра, Л.И. Тывес.- М.: Наука, 2006.- 383 с.

2. Лукинов А.П. Проектирование мехатронных и робототехнических устройств: Учеб. пособие.- СПб.: Издательство «Лань», 2012.- 606 с.

3. Подураев, Ю.В. Мехатроника: основы, методы, применение [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Ю.В. Подураев; Ю.В. Подураев.- Мехатроника: основы, методы, применение; 2024-07-30.- Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019.- 256 с.- Гарантированный срок размещения в ЭБС до 30.07.2024 (автопродлонгация). - ISBN 978-5-4497-0063-6.

URL: <http://www.iprbookshop.ru/86501.html>

4. Электропривод производственных механизмов: учебное пособие: рекомендовано УМО РАЕ / Г. В. Никитенко.- 2-е изд., испр. и доп.- Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2013.- 244 с.

5. Электропривод. Гидро- и виброприводы. Машиностроение. Энциклопедия. Т. IV-2. В двух книгах. Книга вторая. Гидро- и виброприводы [Электронный ресурс] / Попов Д.Н., Асташев В.К., Густомясов А.Н., Рыбаков А.Ю.- Москва: Машиностроение, 2012.

URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=5809

Дополнительная литература:

1. Юревич Е. И. Основы робототехники: Учеб. пособие 2-е изд.- СПб.: БХВ-Петербург, 2005.-345 с.

2. Сафонов Ю.М. Электроприводы промышленных роботов.- Москва: Энергоатомиздат, 1990.- 175 с.

3. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием: учебник / Г.Г. Соколовский.- М.: Академия, 2006.- 272 с.

4. Электропривод: Учеб. пособие / Ю. М. Фролов, О. А. Дмитриев, Г. А. Пархоменко.- Воронеж: ГОУВПО "Воронежский государственный технический университет", 2004.- 183 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: 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 010/1), оснащенный компьютерными программами.

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

По дисциплине «Электрические, гидравлические и пневматические приводы мехатронных и робототехнических устройств (систем)» 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; помечать 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 за-

	дания.
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 начинаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед экзаменом 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