

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Волжский политехнический институт (филиал) федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования "Волгоградский государственный технический университет"

ВПИ (филиал) ВолгГТУ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета

_____ 2021 г.

**Автоматизированный электропривод
технологического оборудования
рабочая программа дисциплины (модуля)**

Закреплена за кафедрой **Автоматика, электроника и вычислительная техника**
Учебный план 15.04.04_ochn_n21.plx
15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств
Квалификация **магистр**
Форма обучения **очная**
Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180
в том числе:
аудиторные занятия 24
самостоятельная работа 129
часы на контроль 27

Виды контроля в семестрах:
экзамены 2

Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	2 (1.2)		Итого	
	уп	рп		
Неделя	17 2/6			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лабораторные	16	16	16	16
Практические	8	8	8	8
В том числе инт.	12	12	12	12
Итого ауд.	24	24	24	24
Контактная работа	24	24	24	24
Сам. работа	129	129	129	129
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	180	180	180	180

Программу составил(и):

к.т.н., доцент, Силаев А.А. _____

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

Автоматика, электроника и вычислительная техника

Зав. кафедрой Силаев А.А.

Рабочая программа дисциплины

Автоматизированный электропривод технологического оборудования

разработана в соответствии с ФГОС ВО:

Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования - магистратура по направлению подготовки 15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств (приказ Минобрнауки России от 25.11.2020 г. № 1452)

составлена на основании учебного плана:

15.04.04 Автоматизация технологических процессов и производств

утвержденного учёным советом вуза от 26.05.2021 протокол № 10.

Рабочая программа одобрена ученым советом факультета

Протокол от 30.08.2021 г. № 1

Срок действия программы: 2021-2026 уч.г.

Декан факультета _____

1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1	Цель преподавания – дать студентам общее представление об электромеханических свойствах специальных типов двигателей, применяемых в станках с ЧПУ и промышленных роботах: асинхронных двигателях малой мощности, синхронных двигателях, шаговых двигателях, вентильном электроприводе; изучить способы построения микропроцессорных систем управления двигателями; освоить основные интерфейсы и протоколы передачи данных, применяющиеся в современных цифровых системах управления частотными электроприводами.
1.2	Задача дисциплины – дать студентам общее представление об электроприводе, его роли в современных производственных мехатронных модулях, выбора типа привода, об основных системах электроприводов, принципах построения и физических основах их работы; научить студентов решать технические задачи по выбору, проектированию и методах исследования электроприводов.
1.3	После изучения дисциплины студент должен знать структуру электропривода, классификацию электроприводов, принцип действия и электромеханические свойства специальных типов двигателей, осуществлять математическое моделирование асинхронных, синхронных, шаговых двигателей как объектов управления с применением аппарата передаточных функций; уметь проектировать систему дистанционного управления частотным электроприводом или группой электроприводов с использованием промышленного ПЛК или управляющей ЭВМ; знать основы промышленных интерфейсов и протоколов передачи данных.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП

Цикл (раздел) ООП:		Б1.О
2.1	Требования к предварительной подготовке обучающегося:	
2.1.1	Учебная практика (ознакомительная практика)	
2.1.2	Математические основы теории управления	
2.2	Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:	
2.2.1	Математические основы теории управления	
2.2.2	Учебная практика (ознакомительная практика)	
2.2.3	Гибкие производственные системы и современные системы с ЧПУ	
2.2.4	Дискретно-логические системы управления	
2.2.5	Программирование промышленных контроллеров	
2.2.6	Экономическое обоснование технических и технологических решений	
2.2.7	Выполнение, подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
2.2.8	Интегрированные системы	

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

УК-1.1: Знает методы и приемы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемных ситуаций.	
Знать:	
УК-1.2: Умеет применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать эффективные решения для ее реализации.	
Знать:	
УК-1.3: Владеет методологией системного и критического анализа проблемных ситуаций; методиками постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий.	
Знать:	
ОПК-5.1: Знает методы разработки физических и математических моделей исследуемых процессов, явлений и объектов профессиональной деятельности.	
Знать:	
ОПК-5.2: Умеет разрабатывать и использовать физические и математические модели исследуемых процессов, явлений и объектов для решения инженерных задач.	
Знать:	
ОПК-5.3: Умеет оценивать результаты научно-технических разработок, научных исследований по совокупности признаков, обосновывать выбор оптимального решения, систематизировать и обобщать современные достижения	
Знать:	

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- устройство и характеристики современных электроприводов;
3.1.2	- принцип работы синхронных, вентильных, шаговых и асинхронных двигателей малой мощности;

3.1.3	- схемы подключения и управления вентильными, шаговыми, асинхронными электродвигателями;
3.1.4	- основы следящего электропривода;
3.1.5	- принципы действия датчиков в электроприводе;
3.1.6	- основные интерфейсы и протоколы, применяемые в цифровых системах управления асинхронными двигателями.
3.2	Уметь:
3.2.1	- настраивать регуляторы электропривода с использованием программного обеспечения;
3.2.2	- проводить анализ работы синхронного, асинхронного двигателя как объекта управления;
3.2.3	- моделировать работу следящего электропривода и рассчитывать параметры регуляторов структурной схемы следящего электропривода;
3.2.4	- настраивать, управлять частотными преобразователями ведущих фирм (Siemens, Веспер) как с панели преобразователя, так и дистанционно с ЭВМ;
3.2.5	- создавать собственное приложение для ЭВМ, управляющее сетью частотных электроприводов по протоколу Modbus.
3.3	Владеть:
3.3.1	- методологией исследования характеристик электроприводов, расчёта и настройки их регулирующих устройств с учётом конструкции установки и технологического процесса;
3.3.2	- навыками работы в программах визуального моделирования;
3.3.3	- навыками программирования на языках высокого уровня.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература	Интреракт.	Примечание
	Раздел 1. Синхронные двигатели						
1.1	Синхронные двигатели (СД). Устройство и принцип действия СД. Векторная диаграмма СД. Мощность и вращающий момент СД. Угловая и механическая характеристика СД. Коэффициент мощности СД. Способы пуска СД. Сравнение свойств асинхронных и синхронных двигателей. /Ср/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э4	0	
1.2	Расчёт передаточной функции синхронного двигателя по паспортным данным /Пр/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
	Раздел 2. Математическое описание синхронного двигателя как объекта управления.						
2.1	Математическое описание синхронного двигателя как объекта управления. /Ср/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
2.2	Моделирование синхронного двигателя как объекта управления (интерактивная форма) /Лаб/	2	2	ОПК-5.1 УК-1.1 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Л3.3 Э1 Э2 Э3 Э4	1	
2.3	Расчет различных типов датчиков положения ротора (энкодеров): оптические, магнитные; абсолютные, инкрементальные. /Пр/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1 ОПК-5.2	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э4	0	
	Раздел 3. Регулирование скорости и торможение синхронного двигателя.						
3.1	Регулирование скорости и торможение синхронного двигателя. Электропривод с синхронным двигателем. Принцип действия вентильного двигателя (ВД). Принцип действия датчика положения ротора ВД. /Пр/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1 ОПК-5.3	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	

	Раздел 4. Шаговые двигатели						
4.1	Определение и классификация шаговых двигателей (ШД). Принцип действия ШД: с активным, пассивным, гибридным ротором. Динамические характеристики ШД. /Пр/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
4.2	Изучение способов управления шаговыми двигателями. Изучение схем управления шаговыми двигателями малой мощности с применением микроконтроллеров. /Пр/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1 УК-1.3	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э4	0	
	Раздел 5. Асинхронные двигатели малой мощности:						
5.1	Асинхронные двигатели малой мощности: конструкция, принцип действия. /Пр/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1 ОПК-5.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
	Раздел 6. Системы регулирования положения в электроприводе						
6.1	Системы регулирования положения в электроприводе: системы точного останова двигателя, следящий электропривод. Структурная схема системы регулирования положения ДПТ по отклонению; методика расчета параметров регуляторов: тока, скорости, перемещения. /Пр/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
6.2	Моделирование следящего электропривода, построенного на основе двигателя постоянного тока (интерактивная форма) /Лаб/	2	2	ОПК-5.1 УК-1.1 УК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	2	
	Раздел 7. Цифровые интерфейсы и протоколы, применяемые в системах управления электроприводами.						
7.1	Цифровые интерфейсы и протоколы, применяемые в системах управления электроприводами. /Пр/	2	1	ОПК-5.1 УК-1.1 ОПК-5.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э4	0	
7.2	Практическое ознакомление с протоколами Profibus, USS для дистанционного управления преобразователями частоты «Siemens» (интерактивная форма) /Лаб/	2	4	ОПК-5.1 УК-1.1 УК-1.2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	3	
7.3	Практическое ознакомление с протоколом Modbus для дистанционного управления преобразователями частоты фирмы «Веспер» (интерактивная форма) /Лаб/	2	4	ОПК-5.1 УК-1.1 ОПК-5.2	Л1.1 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э4	3	
7.4	Разработка приложения на языке высокого уровня для управления преобразователем частоты /Лаб/	2	4	ОПК-5.1 УК-1.1 ОПК-5.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Л3.2 Э1 Э2 Э4	3	
7.5	Курсовой проект «Разработка автоматизированной системы управления частотным электроприводом объекта управления (по варианту)» /Ср/	2	127	ОПК-5.1 УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 УК-1.2 УК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.1 Э1 Э2 Э3 Э4	0	
7.6	Промежуточная аттестация /Экзамен/	2	27	ОПК-5.1 УК-1.1 ОПК-5.2 ОПК-5.3 УК-1.2 УК-1.3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1Л3.2 Э1 Э2 Э3 Э4	0	

5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

5.1. Контрольные вопросы и задания

Используемые формы текущего контроля: аудиторные самостоятельные работы; типовые расчётные задания; лабораторные работы; устный опрос.

Контрольные вопросы к экзамену:

- 1.Синхронные двигатели (СД). Устройство и принцип действия СД. Особенности конструкции.
- 2.Векторная диаграмма синхронного двигателя. Мощность и вращающий момент СД.
- 3.Угловая и механическая характеристика синхронного двигателя.
4. Регулирование коэффициента мощности синхронного двигателя. Синхронные компенсаторы.
- 5.Способы пуска СД. Асинхронный пуск синхронного двигателя.
- 6.Сравнение свойств асинхронных и синхронных двигателей.
- 7.Математическое описание синхронного двигателя как объекта управления.
- 8.Регулирование скорости и торможение синхронного двигателя
9. Принцип действия вентильного двигателя (ВД). Достоинства вентильных двигателей перед другими типами двигателей.
10. Принцип действия датчика положения ротора ВД. Разновидности датчиков положения ротора.
11. Структурная схема вентильного электропривода.
- 12.Определение и классификация шаговых двигателей (ШД).
- 13.Принцип действия ШД: с активным, пассивным, гибридным ротором. Преимущества и недостатки различных типов ШД
14. Динамические характеристики ШД. Частота приемистости ШД.
15. Режимы работы ШД: полношаговый, полушаговый, микрошаговый. Способы реализации указанных режимов.
16. Драйверы шаговых двигателей. Схема построения драйвера двухфазного ШД. Возможности современных драйверов ШД.
17. Математическая модель ШД как объекта управления.
18. Специальные типы двигателей: однофазные асинхронные двигатели, асинхронные двигатели с расщепленными полюсами.
19. Универсальные коллекторные двигатели. Особенности конструкции. Достоинства и недостатки
20. Линейные двигатели. Принцип действия, разновидности линейных двигателей, области применения линейных двигателей.

5.2. Темы письменных работ

Курсовой проект «Разработка автоматизированной системы управления частотным электроприводом объекта управления (по варианту)»

Задания и рекомендации по выполнению курсового проекта приведены в ФОСе по дисциплине.

5.3. Фонд оценочных средств

Рабочая программа дисциплины обеспечена фондом оценочных средств для проведения входного, текущего контроля и промежуточной аттестации. Фонд включает типовые расчётные задания, задания для контрольных, лабораторных работ, вопросы к экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

5.4. Перечень видов оценочных средств

Фонд включает типовые расчётные задания, задания для контрольных, лабораторных работ, вопросы к экзамену. Фонд оценочных средств представлен в учебно-методическом комплексе дисциплины.

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

6.1. Рекомендуемая литература

6.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л1.1	Сергеев А.С., Макаров А.м., Сердобинцев Ю.П.	Основы автоматизированного электропривода	Волгоград: ВолгГТУ, 2014	4
Л1.2	Бурцев, А. Г.	Асинхронный электропривод с частотным управлением [Электронный ресурс] : учебное пособие - http://library.volpi.ru ; http://library.vstu.ru	Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2016	эл. изд.
Л1.3	Никитенко, Г. В.	Электропривод производственных механизмов [Электронный ресурс]: учебное пособие - https://e.lanbook.com/book/5845	СПб: Лань, 2013	эл. изд.

6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
--	---------------------	----------	-------------------	----------

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л2.1	Иванов И.И., Соловьев Г.И., Фролов В.Я.	Электротехника и основы электроники [Электронный ресурс]: учебник - https://e.lanbook.com/book/93764	СПб.: Лань, 2017	эл. изд.
6.1.3. Методические разработки				
	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Колич-во
Л3.1	Бурцев Андрей Георгиевич	Курсовая работа по дисциплине «Автоматизированный электропривод». Организация выполнения, структура, содержание, правила оформления текстовых и графических материалов: Сборник «Методические указания». Выпуск 1	Волжский: ВПИ (филиал) ВолгГТУ, 2012	эл. изд. N гос.рег. 03212004 00
Л3.2	Бурцев, А. Г.	Лабораторный практикум "Цифровые системы управления частотным электроприводом". Вып. 3 [Электронный ресурс] : учебное пособие - http://library.volpi.ru	Волгоград: ВолгГТУ, 2013	эл. изд.
Л3.3	Бурцев, А. Г.	Автоматизированный электропривод технологического оборудования. Лабораторный практикум. Часть 1. [Электронный ресурс] : методические указания - http://library.volpi.ru	Волгоград: [Б.и.], 2016	эл. изд.
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"				
Э1	Сайт библиотеки ВПИ (филиал) ВолгГТУ: http://library.volpi.ru/csp/library/StartPage.csp			
Э2	Электронно-библиотечная система "Лань": http://www.e.lanbook.com/			
Э3	Электронная-библиотечная система ВолгГТУ: http://library.vstu.ru/			
Э4	Электронно-библиотечная система "BOOK.RU": https://www.book.ru/			
6.3.1 Перечень программного обеспечения				
7.3.1.1	Программное обеспечение для проведения лабораторных работ: Microsoft office Excel, MathCAD, DriveLink (Веспер), CoDeSys v 2.3.			
6.3.2 Перечень информационных справочных систем				
7.3.2.1	Электронно-библиотечная система "Лань": http://www.e.lanbook.com/			
7.3.2.2	Электронная-библиотечная система ВолгГТУ: http://library.vstu.ru/			

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
7.1	Помещения для проведения лекционных, практических занятий укомплектованы необходимой специализированной учебной мебелью и техническими средствами для представления учебной информации студентам. Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории, оснащенной современными частотными преобразователями Siemens Micromaster 440, Веспер для управления электроприводами. Также в лаборатории имеется контроллер ОВЕН ПЛК 110 для управления электроприводами с применением "верхнего" уровня автоматизации.
7.2	Аудитория А-08. Лаборатория кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника» (Промышленный контроллер Р-130, 5 компьютеров).
7.3	Аудитория А-01. Компьютерный класс кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника» (Промышленные контроллеры Овен-ПЛК110, Siemens-C7-635, Beckhoff-CX-9010, 9 компьютеров).
7.4	Аудитория А-03. Лаборатория кафедры «Автоматика, электроника и вычислительная техника»

8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)	
<p>Основными видами занятий по дисциплине «Автоматизированный электропривод технологического оборудования» являются аудиторные занятия: лекции и лабораторные занятия. Также предусмотрена самостоятельная работа.</p> <p>Указания к организации контактной (аудиторной) работы:</p> <p>Изложение лекционного материала осуществляется согласно учебному пособию, доступному в электронном виде на сайте библиотеки института. Рекомендуется в случае пропуска лекционного занятия обратиться к соответствующему разделу в пособии по курсу.</p> <p>Правила и приемы конспектирования лекций</p> <p>Конспектирование лекций рекомендуется вести в специально отведенной для этого тетради, каждый лист которой должен иметь поля (4-5 см) для дополнительных записей.</p> <p>В конспекте рекомендуется записывать тему и план лекций, рекомендуемую литературу к теме. Записи разделов лекции должны иметь заголовки, подзаголовки, красные строки. Названные в лекции ссылки на первоисточники надо пометить на полях, чтобы при самостоятельной работе найти и использовать их. В конспекте дословно рекомендуется записывать только определения понятий, категорий и т.п. Иное изложенное лектором должно быть записано своими словами.</p>	

Рекомендуется выработать и использовать допустимые сокращения наиболее распространенных терминов и понятий. В конспект рекомендуется заносить всё, что преподаватель пишет на доске, а также рекомендуемые формулы, схемы, таблицы, диаграммы и т.д.

Методические указания к организации самостоятельной работы

Приемы работы с основной и дополнительной литературой

Особое место среди видов самостоятельной работы занимает работа с литературой, являющаяся основным методом самостоятельного овладения знаниями. Изучение литературы - процесс сложный, требующий выработки определенных навыков. Поэтому важно научиться работать с книгой. Перечень и объем литературы, необходимой для изучения дисциплины «Автоматизированный электропривод технологического оборудования», определяется рабочей программой дисциплины и приведен в соответствующем разделе рабочей программы дисциплины.

Всю литературу можно разделить на учебники и учебные пособия, оригинальные научные монографические источники, научные публикации в периодической печати. Из них можно выделить литературу основную (рекомендуемую), дополнительную и литературу для углубленного изучения дисциплины.

Самоконтроль

Самоконтроль знаний, полученных учащимися при изучении разделов (освоение теоретического материала) рекомендуется осуществлять с помощью оценочных средств «Контрольные вопросы» и «Тестовые вопросы», представленных в Фонде оценочных средств и в УЭМКД «Автоматизированный электропривод технологического оборудования».