

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
ДОНЕЦКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКИ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор


(подпись)

« 31 » 03



А.А. Каракозов

20.03.2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.13 Элементы систем автоматизированного электропривода**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Электропривод и автоматика

(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: бакалавриат

(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная, очно-заочная

(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	очная	очно-заочная
Семестр(ы)	6	8
Общая трудоёмкость в з.е./часах	3/108	3/108
Контактная работа (час.), в том числе:	55	18
лекции (час.)	17	4
лабораторные работы (час.)	34	8
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	35	72
курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 18	экзамен, 18

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Элементы систем автоматизированного электропривода» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) – «Электропривод и автоматика» для 2023 года приёма по очной и очно-заочной формам обучения.

Составитель:

Доцент кафедры электропривода и автоматизации
промышленных установок, к.т.н., доцент, *В.И.*

_____, доцент,  Мирошник Д.Н.
(подпись)

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от « 07 » 03 2023 года № 9 .

Заведующий кафедрой _____ Розкаряка П.И.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией
ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.03.02
«Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от « 23 » 03 2023 года № 3

Председатель  Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от « » 20 года №

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от « » 20 года №

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от « » 20 года №

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электропривод и автоматизация промышленных установок».

Протокол от « » 20 года №

Заведующий кафедрой _____
(подпись) (Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины является: формирование компетенций, необходимых для решения теоретических и практических задач в профессиональной деятельности, связанной с проектированием, испытанием и эксплуатацией технических средств, на основе которых выполняются современные интеллектуальные системы управления автоматизированных электроприводов.

Задачи курса состоят в изучении классификации, назначения, устройства, принципа действия, основных характеристик и области применения основных элементов систем автоматизированного электропривода; получении умений применять полученные знания при проектировании и эксплуатации систем управления электроприводами и автоматики промышленных установок и технологических комплексов; навыков элементарных расчетов простейших устройств автоматики, сравнительного анализа однотипных устройств автоматики, согласования устройств автоматики.

В результате освоения дисциплины студент должен

- *знать* физические явления и закономерности, положенные в основу систем автоматики в автоматизированном электроприводе; основные типы элементов систем автоматизированного электропривода; характеристики основных элементов, являющихся составными частями автоматизированного электропривода; структурные схемы и функциональные свойства систем автоматизированного электропривода; методы расчета элементов и исследования их характеристик путем лабораторного эксперимента и компьютерного моделирования; физические закономерности, положенные в основу принципа действия и конструкции рассматриваемых элементов; электрические аппараты как средство управления режимами работы, защиты и регулирования параметров автоматизированного электропривода.

- *уметь* определять параметры элементов систем автоматизированного электропривода; использовать элементы при синтезе систем автоматизированного электропривода; выбирать элементы на основе их технических данных; составлять математическое описание элементов для оценки статических и динамических характеристик системы электропривода; согласовывать разнотипные элементы систем автоматизированного электропривода;

- *владеть* навыками работы с периферийными устройствами современных микроконтроллеров, анализа работы элементов и простейших устройств управления промышленными установками и технологическими комплексами на их основе, использования полученных знаний при проектировании простейших устройств управления промышленными установками и технологическими комплексами.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

- ПК-4, способностью использовать технические средства для измерения основных параметров электроэнергетических и электротехнических объектов и систем и происходящих в них процессов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 дисциплин (модулей) учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: *теоретические основы электротехники, информатика, электроника и микросхематехника, микропроцессорная техника.*

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при *прохождении государственной итоговой аттестации.*

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
	Всего	В том числе			
		Лекции	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
Тема 1. <i>Общие понятия дисциплины</i>	3/3	2/-			1/3
Тема 2. <i>Отладочная плата STM32F4Discovery</i>	9/9	2/-		2/2	5/7
Тема 3. <i>Основы работы с цифровыми входами выходами</i>	15/15	2/1		8/2	5/12
Тема 4. <i>Универсальный асинхронный прямо-передатчик</i>	14/14	2/-		8/1	4/13
Тема 5. <i>Широтно-импульсная модуляция при управлении двигателями</i>	14/14	2/1		8/1	4/12
Тема 6 <i>Работа с дискретными датчиками</i>	16/14	2/1		8/2	6/11
Тема 7. <i>Работа с аналоговыми датчиками</i>	6/6	2/1			4/5
Тема 8. <i>Принципы преобразования неэлектрических величин в электрические.</i>	6/6	2/-			4/6
Тема 9. <i>Методы уменьшения шумов и помех в интеллектуальных системах управления.</i>	3/3	1/-			2/3
Контактная работа (дополнительная)	4/6				
Итого	90	17/4		34/8	35/72
Контроль знаний	18				
Итого:	108				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-4	Темы 1-9

3.2. Лекции

Тема 1. Общие понятия дисциплины

Содержание темы 1:

Понятия и классификация элементов интеллектуальных систем управления мехатронных модулей. Силовые элементы, управляющие элементы, интеллектуальные элементы, микроконтроллеры, датчики.

Литература к теме 1: [1-4]

Тема 2. Отладочная плата STM32F4Discovery

Содержание темы 2:

Описание отладочной платы и контроллера STM32F407VGT6 с ядром Cortex-M4F. Архитектура ARM и 32-разрядных микроконтроллеров STM.

Литература к теме 2: [1-4]

Тема 3. Основы работы с цифровыми входами выходами

Содержание темы 3:

Принцип работы цифровых входов/выходов. Параметрирование, режимы работы. Основы подключения дисплея.

Литература к теме 3: [1-4]

Тема 4. Универсальный асинхронный приемо-передатчик.

Содержание темы 4: *Описание интерфейса RS-232. Достоинства и недостатки UART, временные диаграммы работы, особенности работы в асинхронном и синхронном режиме. Особенности работы и настройки модулей UART платы STM32F4. Примеры: КОМПЬЮТЕР-ПЛАТА, СМАРТФОН-ПЛАТА.*

Литература к теме 4: [1, 3]

Тема 5. Широтно-импульсная модуляция при управлении двигателями

Содержание темы 5: *Описание возможностей работы ШИМ-генераторов платы. Характеристика простейших маломощных драйверов управления двигателями. Подключение платы к драйверу и двигателю. Программирование генератора ШИМ.*

Литература к теме 5: [1, 3]

Тема 6. *Работа с дискретными датчиками.*

Содержание темы 6: Описание интерфейсов SPI и I2C. Принципы работы с акселерометрами, гироскопами, магнитометрами.

Описание особенностей работы датчика приближения.

Дискретные датчики угла поворота. Использование квадратурного алгоритма.

Литература к теме 6: [1, 3]

Тема 7. Особенности работы с АЦП и ЦАП

Содержание темы 7: Описание периферийных модулей АЦП и ЦАП. Особенности подключения к ним внешних устройств. Примеры программирования.

Литература к теме 7: [1, 3]

Тема 8. Принципы преобразования неэлектрических величин в электрические. Основы стандарта промышленной сети CAN

Содержание темы 8:

Группы физических величин, которые имеют место в системах автоматики.

Типы преобразователей неэлектрических величин в электрические. Характеристики преобразователей. Датчики температуры из платины и никеля, датчики вибрации, давления и т.д.

Структура контрольно-измерительных и управляющих систем.

Литература к теме 8: [1-4]

Тема 9. Методы уменьшения шумов и помех в интеллектуальных системах управления.

Содержание темы 9:

Гальваническая развязка

Заземления

Экранирование сигнальных проводов.

Литература к теме 9: [1-4].

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литера- тура
1	Введение	2/2	[5,6]
2	Цифровые входы, выходы и LCD дисплей	8/2	[5,6]
3	Интерфейс UART, bluetooth (MIT)	8/1	[5,6]
4	Механические датчики угловой скорости и угла поворота	8/1	[5,6]
5	ШИМ управление двигателем при помощи драйвера, СЕРВО	8/2	[5,6]
Итого		34/8	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала (не менее 50% от объема лекций)	10/26
3	Подготовка к лабораторным работам (не менее 50% от объема аудиторных лабораторных занятий)	25/46
6	Выполнение индивидуального задания (не менее 9 часов)	-
Итого:		35/72

3.6. Индивидуальное задание и курсовая работа

Индивидуальное задание и курсовая работа не предусмотрены.

4. ФОРМЫ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИН

4.1 Критерии и шкалы для интегрированной оценки уровня сформированности компетенций

Составляющая компетенции – полнота знаний

- нулевой уровень: неверные, не аргументированные, с множеством грубых ошибок ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- минимальный уровень: даны не полные, неточные и неаргументированные ответы на вопросы. Допущено много грубых ошибок. Уровень знаний ниже минимальных требований;
- пороговый уровень: даны недостаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Плохо знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено много негрубых ошибок;
- средний уровень: даны достаточно полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. В целом знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- продвинутый уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько негрубых ошибок;
- высокий уровень: даны полные, точные и аргументированные ответы на вопросы. Знает термины, определения и понятия; основные закономерности, соотношения, принципы. Допущено несколько неточностей.

Составляющая компетенции – умения

- нулевой уровень: полное отсутствие понимания сути методики решения задачи, допущено множество грубейших ошибок / задания не выполнены вообще;
- минимальный уровень: слабое понимание сути методики решения задачи, допущены грубые ошибки. Решения не обоснованы. Не умеет использовать нормативно-техническую литературу;
- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать норма-

тивно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу;
- высокий уровень: понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой производственный опыт.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Не может выполнить задания;
- минимальный уровень: не демонстрирует владение навыками выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;
- пороговый уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач на пороговом уровне. Задания выполняет медленно и некачественно;
- средний уровень: владеет навыками выполнения профессиональных задач. Задания выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;
- продвинутый уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, иногда допуская незначительные погрешности;
- высокий уровень: владеет уверенными навыками выполнения профессиональных задач. Быстро и качественно выполняет задания, при необходимости демонстрируя творческий подход.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: на нулевом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- минимальный уровень: на минимальном уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- пороговый уровень: на пороговом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- средний уровень: на среднем уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на более высоком уровне;
- продвинутый уровень: на продвинутом уровне сформированы: все составляющие; одна или две из трёх, остальные – на высоком уровне;
- высокий уровень: на высоком уровне сформированы все составляющие компетенций.

4.2 Вопросы к экзамену

1. Принципы преобразования неэлектрических величин в электрические.

2. Какие физические величины используются в системах автоматики.

3. Типы преобразователей неэлектрических величин в электрические.

Характеристики преобразователей.

4. Структура контрольно-измерительных систем.

5. Структура управляющих систем.

6. Перечислите число возможных подключений/выводов аналоговых сигналов в микропроцессоре?

7. С какими форматами данных работают АЦП и ЦАП в микропроцессоре?

8. Как влияет разрядность АЦП на его точность?

Область применения, достоинства и недостатки интерфейсов SPI и I2C?

9. Можно ли использовать датчик приближения без согласования уровней напряжения с цифровыми входами и выходами STM32F4?

10. Какие регистры цифрового компаса или акселерометра необходимо прописывать в программе?

11. Из каких частей состоит инкрементальный датчик угла поворота? Что такое импульсы в форме меандра?

12. Как работает квадратурный алгоритм Encoder read при вычислении угла поворота? Как его настроить?

13. Какие способы вычисления скорости наиболее предпочтительны? Как определить граничную частоту измерения скорости для разных способов вычисления? Как определить инерционность датчика скорости, угла поворота?

14. Чем отличается биполярная ШИМ от униполярной?

15. Чем отличается блок advanced PWM от обычного PWM? На какие настройки необходимо обратить внимание?

16. В каких случаях на драйвере необходимо устанавливать 4 обратных диода, в каких – достаточно 2?

17. Что такое комплементарное управление и как оно реализовано в блоках ШИМ?

18. Чем отличается режим push-pull от open-drain?

19. С какими входными данными работает блок ШИМ?

20. Сколько блоков ШИМ можно использовать в микропроцессоре? Как таймеры отличаются по функциональности?

21. Как работает захват ШИМ и область его применения?

22. Чем опасно «паразитное питание микроконтроллера»?

23. Перечислите режимы работы цифровых входов/выходов микроконтроллера?

24. Как можно вывести микроконтроллер из строя, и какие способы защиты от этого существуют?

25. Понятие Элементы автоматизированного электропривода.

26. Какие элементы являются силовыми.

27. По каким признакам делятся силовые элементы.

28. Какие элементы являются управляющими.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки: 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль: Электропривод и автоматика.

Семестр: 6

Учебная дисциплина: Элементы автоматизированного электропривода

БИЛЕТ № 1

1. Изобразите варианты подключения кнопки к микроконтроллеру. Укажите особенности настройки микроконтроллера при этом.
2. Дайте описание посылки, которая передается по последовательному интерфейсу UART.
3. Определите приблизительное быстродействие передачи трех данных формата UINT32 для скорости 115200 Кбит/с.

Утверждено на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок, протокол № ____ от _____.20__ г.

Зав. кафедрой Розкаряка П.И.

Экзаменатор

Мирошник Д.Н.

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Элементы автоматизированного электропривода» для обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (профиль – Электропривод и автоматика).

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 вопроса, включающий теоретические положения и практические навыки в виде рисования схем, получения характеристик объекта. При необходимости отвечающий должен сопроводить написанное поясняющей схемой (рисунком).

Вопросы охватывают теоретическую часть курса, а также требуют демонстрации практических навыков, полученных студентом в ходе лабораторных работ.

Правильный ответ на первый и второй вопрос оценивается в 18 баллов, третий - 20 баллов. Если ответ не снабжен достаточной иллюстративностью снимается 5 баллов. За ошибки в формулах снимается 5 баллов. При отсутствии правильного ответа на поставленный вопрос обучающийся получает ноль баллов. Полученные баллы за ответы на вопросы билета суммируются и с учётом результатов текущего контроля работы студента выводится итоговая оценка по 100-балльной шкале.

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ESTS.

Утверждено на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок, протокол № ____ от _____.20__ г.

Заведующий кафедрой _____ Розкаряка П.И.

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Элементы автоматизированного электропривода» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется

по результатам выполненных лабораторных работ. Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, выполнение курсового проекта, предусмотренных рабочей программой дисциплины, является необходимым условием допуска студента к экзамену. При этом обязательными считаются только 4 лабораторных работы.

Распределение баллов текущего контроля работы студента на протяжении семестра приведено в таблице 1.

Таблица 1 – Распределение баллов текущего контроля

Форма контроля	Возможное количество баллов	Примечание
Для студентов очной и очно-заочной форм обучения		
Отчёт по лабораторной работе	11	Задание выполнено правильно, полученные результаты обоснованы, приведен анализ полученного результата
	7	Задание выполнено в целом правильно, полученные результаты не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	44	Из расчёта проведения семи лабораторных работ. Оцениваются результаты каждой лабораторной работы.
ИТОГО	44	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в 3 вопроса, включающих математическое описание системы управления, функциональные и структурные схемы, принципы построения наблюдателей величин двигателей переменного тока. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Вопрос 1	18
	Вопрос 2	18
	Вопрос 2	20
ИТОГО		56

Итоговая оценка определяется путем суммирования количества баллов по результатам текущего контроля и количества баллов по результатам семестрового экзамена. **Максимально возможное количество баллов – 100.**

Полученная оценка по 100-балльной шкале определяет оценку по государственной шкале и шкале ECTS:

Сумма баллов по 100-балльной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
------------------------------------	----------------------	---------------------------------

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
90-100	A	Отлично
80-89	B	Хорошо
75-79	C	
70-74	D	Удовлетворительно
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.4. Пример текущего опроса на лекционных и лабораторных занятиях

1. Что значит USART? Чем он отличается от UART?
2. Какие достоинства и недостатки USART?
3. Что такое стартовый/стоповый бит? Как определить, что началась/закончилась передача/получение данных?
4. Что такое бит четности, нужно ли его использовать?
5. Сколько модулей USART содержит плата STM32F4?
6. Что значит программа TARGET и HOST?
7. Какие настройки модуля USART нужно использовать для передачи/получения данных в TARGET. Какие блоки нужно использовать в модели HOST для передачи/получения данных и какие на какие параметры нужно обратить внимание для корректной работы?
8. Какие форматы данных можно передавать по USART, и какие и почему рекомендуется использовать?

4.5 Курсовое проектирование

Не предусмотрено учебным планом.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Литература:

Основная:

1. Анучин А.С. Системы управления электроприводов [Электронный ресурс] : учебник для вузов / А.С. Анучин. - 19 Мб. - М. : МЭИ, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. - Режим доступа: доступ через личный кабинет студента.
2. Камлюк В.С. Мехатронные модули и системы в технологическом оборудовании для микроэлектроники : учебное пособие / Камлюк В.С., Камлюк Д.В.. — Минск : Республиканский институт профессионального образования (РИПО), 2016. — 384 с. — ISBN 978-985-503-627-3. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/67660.html> (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

Дополнительная:

3. Калугин М.В. Диагностика электромеханических систем транспортного комплекса. Кон-тактная сеть : учебное пособие / Калугин М.В., Бирюков В.В.. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2015. — 132 с. — ISBN 978-5-7782-2744-6. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91345.html> (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Боровский А.С. Программирование микроконтроллера Arduino в информационно-управляющих системах : учебное пособие / Боровский А.С., Шрейдер М.Ю.. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2017. — 113 с. — ISBN 978-5-7410-1853-8. — Текст : электронный // IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/78913.html> (дата обращения: 08.02.2022). — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Элементы систем автоматизированного электропривода» [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок; сост.: Д. Н. Мирошник. — Донецк: ДОННТУ, 2021. - 1 файл. - Режим доступа: доступ через личный кабинет студента.

6. Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплине «Элементы систем автоматизированного электропривода» [Электронный ресурс] / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок; сост.: Д. Н. Мирошник. — Донецк: ДОННТУ, 2021. - 1 файл. - Режим доступа: доступ через личный кабинет студента.

Электронно-информационные ресурсы

ЭБС ДонНТУ – <http://donntu.ru/library>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1. Лекционные занятия:

Учебная аудитория №8.303 учебный корпус 8 для проведения занятий лекционного типа, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: компьютер Intel Celeron E1200, операционная система Windows XP Professional x86/64 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 4.3.2.2, Google Slides (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические; демонстрационные стенды и плакаты).

7.2 Лабораторные занятия:

Специализированная лаборатория №8.113, корпус 8 для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. Специализированное оборудование: робот-

манипулятор Manus; 3Д принтер «Prusa i3 tronXY» (Китай), 3Д принтер, сделанный студентами (ДНР), 3Д принтер «Solidoodle» (США). Стенд 1. Лабораторный стенд для изучения параметрирования ПЧ фирмы Siemens при помощи базовой панели оператора: ПЧ Micromaster 440, 15 кВт, базовая панель оператора, двигатель АО2-51, 7.5 кВт. Стенд 2. Лабораторный стенд для изучения параметрирования ПЧ фирмы Siemens при помощи ПК: ПЧ Micromaster 440, 15 кВт; двигатель АО2-51, 10 кВт, модуль связи с ПК. Стенд 3. Лабораторный стенд для изучения механических характеристик асинхронного двигателя: ПЧ Altivar 5, 4 кВт, двигатель АК 52/6, 2.8 кВт; тиристорный преобразователь ЭТ6, 11 кВт; нагрузочная машина ПНФ-45, 3.6 кВт. Стенд 4. Лабораторный стенд для изучения цифровых систем управления тиристорным электроприводом постоянного тока: тиристорный преобразователь БТУ-3501, плата АЦП/ЦАП 5710 Octagon systems, плата гальванических развязок SCMPB05, двигатель ПБСТ-32, 1,2 кВт. Стенд 5. Лабораторный стенд для исследования одноконтурной системы регулирования скорости системы ТРН-АД: комплектная тиристорная станция управления ТСУР-ИП, двигатель АК60-4 с ф.р., 7 кВт, генератор постоянного тока П-52, 6.5 кВт. Стенд 6. Лабораторный стенд для изучения параметрирования ПЧ фирмы АВВ: ПЧ ACS-550, 4 кВт, двигатель 2АИ80В2ПАУ2, 2.2 кВт. Стенд 7. Лабораторный стенд для исследования системы электропривода с управлением по цепи возбуждения двигателя: исследуемая машина ПБСТ- 22, 0.6 кВт, тиристорный преобразователь возбудителя ЭТ-3Р, 1 кВт. Стенд 8. Лабораторный стенд для исследования двухконтурной системы подчиненного регулирования: исследуемый двигатель ПБСТ-32, 0.8 кВт, реверсивный тиристорный преобразователь для исследуемой машины БТУ-3601, шкаф «Кедр-84», реверсивный тиристорный преобразователь ЭТ6 питания нагрузочной машины П-31, 0.7 кВт. Стенд 9. Лабораторный стенд для исследования цифровых систем управления на базе микромотора и микроконтроллера STM32F4.

Приборное обеспечение: паяльная станция Lukey852d, источники питания Masteram MR3003M-2, Atten TPR3003T, Masteram Mr3003, электронный осциллограф SIGLENT SDS1072CML, плата АЦП m-DAQ, датчики напряжения LEM 55р, датчики напряжения СУНVS025А. Компьютерное обеспечение: компьютеры Pentium 4 cpu 3.2ghz, 1gb, 80gb, ОС - Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), программное обеспечение для работы с ПЧ фирмы АВВ «DriveWindowLight2» (бесплатная версия), программное обеспечение для работы с ПЧ фирмы Siemens «Drive Monitor» (бесплатная версия). Мультимедийный проектор, экран проекционный, специализированная мебель: доска передвижная, столы аудиторные, стулья ученические.

7.3 Самостоятельная работа:

Помещения для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации: читальные залы, учебные корпуса 2,3 (компьютерная техника с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду (ЭИОС ДОННТУ) и электронно-библиотечную систему (ЭБС IPRbooks), а также воз-

возможностью индивидуального неограниченного доступа обучающихся в ЭБС и ЭИОС посредством Wi-Fi с персональных мобильных устройств. ОС- Microsoft Windows 7, OpenOffice 2.0.3 - общественная лицензия MPL 2.0, Grub loader for ALT Linux - лицензия GNU LGPL v3, Mozilla Firefox - лицензия MPL2.0, Moodle (Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment) - лицензия GNU GPL).