

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

УТВЕРЖДАЮ:
Первый проректор


(подпись)

« 31 » 03



20.03.2023 года

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.ДВ.01.02 Системы управления электроприводов переменного тока в
мехатронике и робототехнике**

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки: 15.04.06 «Мехатроника и робототехника»
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Системы управления робототехническими комплексами
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

Форма обучения: очная
(очная, заочная, очно-заочная)

Форма обучения:	Очная
Семестр(ы)	2
Общая трудоёмкость в ЗЕТ/часах	4,5/162
Контактная работа (час.)	55
лекции (час.)	17
практические (семинарские) занятия (час.)	-
лабораторные работы (час.)	34
Самостоятельная работа (час.), в том числе	71
курсовой проект (работа) (семестр/час.)	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экзамен, 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Системы управления электроприводов переменного тока в мехатронике и робототехнике» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника», направленность (профиль) – «Системы управления робототехническими комплексами» для 2023 года приёма по очной форме обучения.

Составитель:

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

(подпись) **Мирошник Д.Н.**
(Ф.И.О.)

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

Протокол от «07» 03 2023 года № 9.

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

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 15.04.06 «Мехатроника и робототехника».

Протокол от «16» 03 2023 года № 4

Председатель _____
(подпись) **Гусев В.В.**
(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

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

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

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

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры электропривода и автоматизации промышленных установок.

Протокол от «__» _____ 20__ года № ____.

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

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы *изучения современных векторных систем управления электроприводами переменного тока.*

Цель дисциплины: изучение методов анализа и синтеза систем векторного управления электроприводов переменного тока.

Задачи дисциплины: изучение принципов, методов построения и исследования электроприводов переменного тока с векторным управлением; эксплуатационных основ наладки электроприводов с векторным управлением; методологии и технологии компьютерного моделирования систем векторного управления с учетом определения параметров объекта управления; основ построения систем векторного управления без датчика скорости. В результате освоения дисциплины студент должен *знать*:

- принципы построения и функции элементов системы векторного управления электропривода переменного тока;
- методы идентификации координат и параметров объекта управления;
- современные требования к энерго- и ресурсосбережению с использованием обобщенных структур систем векторного управления; *уметь*:
- создавать и настраивать модели систем векторного управления электроприводов переменного тока;
- налаживать системы векторного управления в современных электроприводах;
- принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учетом энергои ресурсосбережения; *владеть*:
- навыками практической постановки технических заданий, разработки и использования обобщенных структур систем векторного управления;
- навыками проектирования электроприводов с векторным управлением с применением эффективных мер по энерго- и ресурсосбережению;
- навыками использования структур систем векторного управления в области управления электрическими машинами и полупроводниковыми преобразователями для регулирования их параметров.

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- ПК-3 - способностью эксплуатировать и проводить ремонт мехатронных и робототехнических систем и их элементов.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин по выбору вуза.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: теория электропривода, теория автоматического управления, системы управления электроприводами, электрические машины.

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при выполнении научно-исследовательской работы и написании магистерской работы, а также в дальнейшей инженерной деятельности.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1. Распределение учебных часов по темам дисциплины и видам занятий

№ темы	Наименование тем (содержательных модулей)	Количество часов				
		Всего	В том числе			
			Лекции	Практ. (Семин.)	Лабор.	СРС
1	Введение	9	1			8
2	Электрическая машина	11	2			9
3	Преобразователь частоты	15	2		4	9
4	Настройка систем	27	4		14	9
5	Идентификация магнитного потока	15	2		4	9
6	Идентификация скорости	17	2		6	9
7	Идентификация внутренних параметров двигателя	11	2			9
8	Адаптация	13	2		2	9
Контактная работа		4				
Итого по видам занятий		126	17		34	71
Контроль		36				
Итого :		162				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на выработку компетенции
ПК-3	Темы 18

3.2. Лекции

Тема 1. *Введение.*

Содержание темы 1: *Дисциплина „ Системы векторного управления электроприводов переменного тока ”. Задачи курса. Взаимосвязь с дисциплинами. Понятие*

о векторном управлении электроприводами переменного тока. Литература к теме 1: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 2. *Электрическая машина*

Содержание темы 2: Математическое описание асинхронного двигателя с кз ротором, машины двойного питания и синхронного двигателя с постоянными магнитами. Литература к теме 2: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 3. *Преобразователь частоты*

Содержание темы 3: Схемы преобразователей частоты, используемых в системах векторного управления. Алгоритмы управления этими преобразователями. Литература к теме 3: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 4. *Настройка систем.*

Содержание темы 4: Полеориентированное векторное управление (FOC) машинами переменного тока. Прямое управление моментом (DTC).

Литература к теме 4: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 5. *Идентификация магнитного потока*

Содержание темы 5: Обзор методов идентификации магнитного потока.

Литература к теме 5: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 6. *Идентификация скорости*

Содержание темы 6: Обзор методов идентификации скорости Литература к теме 6: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 7. *Идентификация внутренних параметров двигателя*

Содержание темы 7: Обзор методов идентификации внутренних параметров двигателя.

Литература к теме 7: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

Тема 8. *Адаптация*

Содержание темы 8: Обзор алгоритмов адаптации к изменению параметров объекта управления.

Литература к теме 8: [[1](#), [2](#), [3](#), [4](#)]

3.3. Практические (семинарские) занятия не предусмотрены

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час.	Литература
1	Лабораторная работа №1. Изучение алгоритмов управления автономным инвертором напряжения (векторная и синусоидальная ШИМ).	4	[6 , 7]
2	Лабораторная работа №2. Настройка системы FOC для АД с кз ротором с релейными регуляторами тока	6	[6 , 7]

3	Лабораторная работа №3. Настройка системы FOC для АД с кз ротором с векторной ШИМ и линейными регуляторами тока	10	[6, 7]
4	Лабораторная работа №4. Настройка системы FOC для АД с кз ротором с идентификацией скорости ротора	6	[6, 7]
5	Лабораторная работа №5. Настройка системы DTC для АД с кз ротором	6	[6, 7]
6	Лабораторная работа №6. Идентификация параметров АД с кз ротором	2	[6, 7]
Итого:		34	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	30
2	Подготовка к лабораторным работам	41
3	Выполнение индивидуального задания	-
Итого:		71

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание *Курсовая работа не предусмотрена.*

Индивидуальное задание [5] предусмотрено учебными планами для студентов заочной формы обучения. Оно связано с выполнением расчетно-графической работы, которая направлена на закрепление знаний, полученных во время лекционных занятий.

Объем учебной нагрузки при выполнении индивидуального задания – 9 часов.

Рекомендуемый объем пояснительной записки по индивидуальному заданию – не более 6 страниц формата А4 (210· 297 мм).

4 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

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 / ответы на два вопроса из двух полностью отсутствуют. Уровень знаний ниже минимальных требований;

- минимальный уровень: даны не полные, не точные и аргументированные ответы на вопросы. Уровень знаний ниже минимальных требований. Допущено много грубых ошибок;

- 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. Не ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- пороговый уровень: достаточное понимание сути методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую литературу. Слабо ориентируется в специальной научной литературе, нормативно-правовых актах;

- средний уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены ошибки. Решения не всегда обоснованы. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- продвинутый уровень: в целом понимает суть методики решения задачи, допущены неточности. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, нормативно-правовые акты;

- высокий уровень: Понимает суть методики решения задачи. Способен обосновать решения. Умеет использовать нормативно-техническую и специальную научную литературу, передовой зарубежный опыт, нормативно-правовые акты.

Составляющая компетенции – владение навыками

- нулевой уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- минимальный уровень: не продемонстрировал навыки выполнения профессиональных задач. Испытывает существенные трудности при выполнении отдельных заданий;

- пороговый уровень: владеет опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию на пороговом уровне. Трудовые действия выполняет медленно и некачественно;

- средний уровень: владеет средним опытом готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Трудовые действия выполняет на среднем уровне по скорости и качеству;

- продвинутый уровень: владеет опытом и достаточно выраженной личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия;

- высокий уровень: владеет опытом и выраженностью личностной готовности к профессиональной деятельности и профессиональному самосовершенствованию. Быстро и качественно выполняет трудовые действия.

Обобщенная оценка сформированности компетенций

- нулевой уровень: компетенции не сформированы;
- минимальный уровень: значительное количество компетенций не сформировано;
- пороговый уровень: все компетенции сформированы, но большинство на пороговом уровне;
- средний уровень: все компетенции сформированы на среднем уровне;
- продвинутый уровень: все компетенции сформированы на среднем или высоком уровне;
- высокий уровень: все компетенции сформированы на высоком уровне.

4.2 Вопросы к экзамену и пример экзаменационного билета

1. Какие достоинства и область применения систем векторного управления?
2. Какие двигатели возможно использовать в системах векторного управления?
3. Перечислите современные задачи исследований относительно систем векторного управления?
4. Какие допущения используются при составлении математических моделей электрических машин?
5. В чем недостаток полученных моделей?
6. Приведите алгоритм составления математической модели? Сколько моделей можно получить для асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором? В чем их достоинства и недостатки?
7. Перечислите преобразователи частоты, используемые в векторном управлении двигателями постоянного тока?
8. В чем достоинства и недостатки векторной ШИМ?
9. Зачем используется предмодуляция третьей гармоникой нулевой последовательности в синусоидальной ШИМ?
10. Перечислите структуры полеориентированного векторного управления машинами переменного тока? Чем отличается ФОС асинхронной машины с короткозамкнутым ротором, от машины двойного питания и синхронной машины с постоянными магнитами?
11. В чем достоинства и недостатки прямого управления моментом?
12. Как настраиваются контуры систем векторного управления? В чем принципиальная разница с настройкой контуров двигателя постоянного тока?
13. В чем отличительная особенность и недостаток частотно-токового метода идентификации потока?
14. Поясните алгоритм вычисления магнитного потока непосредственным интегрированием ЭДС машины. В чем недостаток использования данного метода?
15. Поясните алгоритм вычисления магнитного потока через ЭДС машины без интегрирования. В чем недостаток использования данного метода?
16. Поясните алгоритмы вычисления магнитного потока с использованием наблюдателя состояния во вращающейся и неподвижной системе координат. В чем недостаток использования данных методов?

17. Дайте характеристику методов вычисления потока с помощью эталонной модели (MRAS).
18. В чем недостаток вычисления скорости с помощью идентификатора потокосцепления статора?
19. Поясните алгоритмы вычисления скорости с помощью идентификаторов потокосцепления статора (ротора) и абсолютного скольжения.
20. Какими недостатками характеризуется идентификатор скорости во вращающихся координатах?
21. В чем достоинство метода определения скорости с помощью наблюдателя Люэнберга и MRAS? В чем физический смысл работы наблюдателя MRAS?
22. Что такое идентификация параметров двигателя и зачем она осуществляется?
23. В чем физический смысл вычисления активного сопротивления статора и индуктивности рассеивания? Как его осуществить? Что значит работа в режиме неподвижного вектора?
24. Дайте характеристику методов вычисления сопротивления ротора?
25. Охарактеризуйте алгоритм определения индуктивности намагничивания.
26. Как учесть изменение параметров двигателя от температуры нагрева электрической машины?
27. Перечислите способы адаптации к изменению постоянной времени ротора, приведите их характеристику.
28. Как определить коэффициент передачи и инерционность датчиков тока (напряжения) на эффекте Холла компенсационного типа?
29. Перечислите способы адаптации к изменению инерционности привода, приведите их характеристику.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Программа подготовки: магистратура

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Магистерская программа: Электромеханические системы автоматизации и электропривод Семестр: 2 (4 - заочная форма обучения)

Учебная дисциплина: Цифровое регулирование в электромеханических системах

БИЛЕТ № 1

1. Сформулируйте и кратко охарактеризуйте основные принципы векторного управления электроприводами. Приведите и опишите обобщенную функциональную схему системы векторного управления электроприводом переменного тока.

2. Наблюдатель скорости и потокосцепления в неподвижной системе координат. Очертите его преимущества и недостатки, области применения.

3. Алгоритмы предварительного определения активных сопротивлений асинхронного двигателя.

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

КРИТЕРИИ

оценивания экзаменационной работы

по дисциплине «Системы векторного управления электроприводов переменного тока» для обучающихся по специальности 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника (специализация – Электромеханические системы автоматизации и электропривод)

Экзамен проводится письменно по билетам. Билет содержит 3 вопроса, включающий теоретические положения и практические навыки в виде рисования схем, получения передаточных функций объекта, регулятора в цифровом виде, понимания функций микроконтроллера в отдельности и в системе управления в целом. 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 вопрос оценивается в 33,3 балла. Если ответ не снабжен достаточной иллюстративностью снимается 20 баллов. За ошибки в формулах снимается 20 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 «Системы векторного управления электроприводов переменного тока» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной и заочной форм 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.

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 заочной форм обучения		
Отчёт по лабораторной работе	8	Задание выполнено правильно, полученные результаты обоснованы, приведен анализ полученного результата
	4	Задание выполнено в целом правильно, полученные результаты не всегда обоснованы, возникли трудности в объяснении полученных результатов
Итого по лабораторным работам (максимально возможное)	48	Из расчёта проведения семи лабораторных работ. Оцениваются результаты каждой лабораторной работы.
ИТОГО	48	Максимально возможное

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 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 3	16
ИТОГО		52

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	Правильные функциональная и структурная схемы	16
	Трансформация к цифровой системе управления	16
	Получение передаточной функции регулятора	20
ИТОГО		52

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
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.

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. <http://ed.donntu.org/books/21/cd10247.pdf>

2. Аносов, В. Н. Векторное управление асинхронными электроприводами на основе прогнозирующих моделей : учебное пособие / В. Н. Аносов, А. А. З. Диаб, Д. А. Котин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. — 175 с. — ISBN 978-5-7782-3285-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/91189.html>. — Режим доступа: для авторизир. пользователей Дополнительная:

3. Фираго, Б. И. Векторные системы управления электроприводами : учебное пособие / Б. И. Фираго, Д. С. Васильев. — Минск : Вышэйшая школа, 2016. — 160 с. — ISBN 978-985-06-2624-0. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/90750.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

4. Панкратов, В. В. Адаптивные алгоритмы бездатчикового векторного управления асинхронными электроприводами подъемно-транспортных механизмов : учебное пособие / В. В. Панкратов, Д. А. Котин. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2012. — 143 с. — ISBN 978-5-7782-2108-6. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/45359.html> . — Режим доступа: для авторизир. пользователей.

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические рекомендации к выполнению индивидуального задания по дисциплине «Системы векторного управления электроприводов переменного тока» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» форма обучения очная/заочная / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок; сост.: Д. Н. Мирошник. – Донецк: ДОННТУ, 2020. – 11 с. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

6. Методические рекомендации к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Системы векторного управления электроприводов переменного тока» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» форма обучения очная/заочная / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок; сост.: Д. Н. Мирошник. – Донецк: ДОННТУ, 2020. – 34 с. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

7. Методические рекомендации к самостоятельной работе по дисциплине «Системы векторного управления электроприводов переменного тока» [Электронный ресурс]: для обучающихся по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» форма обучения очная/заочная / ГОУВПО «ДОННТУ», Каф. Электропривод и автоматизация промышленных установок; сост.: Д. Н. Мирошник. – Донецк: ДОННТУ, 2020. – 12 с. – Систем. требования: Acrobat Reader. – Загл. с титул. экрана.

Электронно-информационные ресурсы

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

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная лаборатория №8.205а учебный корпус 8, для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мультимедийное оборудование: 3,2Ghz/1Gb (ОС - Windows 7 (академическая подписка DreamSparkPremium), LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), Google Slides (бесплатная версия), мультимедийный проектор, экран; специализированная мебель: доска аудиторная, столы аудиторные, стулья ученические).

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 ТСУРИП, 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 55p, датчики напряжения CYHVS025A. Компьютерное обеспечение: компьютеры Pentium 4 cpu 3.2ghz, 1gb, 80gb, ОС

- Windows XP Professional x86 и Windows 7 (академическая подписка DreamSpark-Premium),

LibreOffice 3.3.0.4 (бесплатная версия), программное обеспечение для работы с ПЧ фирмы ABB «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 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).