

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

(подпись)

А.А. Каракозов

«31» марта 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.03 Микропроцессорные системы управления возобновляемыми
источниками энергии
(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки (специальность): 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
(код и наименование направления подготовки / специальности)

Направленность (профиль): Микропроцессорные системы управления
возобновляемыми источниками энергии
(наименование профиля / магистерской программы / специализации)

Программа: магистратура
(бакалавриат, магистратура, специалитет)

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

Форма обучения	Очная	Заочная
Семестр	3	4
Общая трудоёмкость в з.е./часах	5/180	5/180
Контактная работа (час.), в том числе	75	25
лекции (час.)	34	8
лабораторные работы (час.)	34	8
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Самостоятельная работа (час.), в том числе	42	119
курсовой проект/работа (семестр)	36	36
Контроль (экзамен, час./зачёт)	экз., 63	экз., 36

Донецк, 2023 г.

Рабочая программа дисциплины «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии» составлена в соответствии с учебным планом по направлению подготовки (специальности) 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» (Направленность (профиль)– «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии») для 2023 года приёма всех форм обучения.

Составители:

Доцент кафедры

«Электрические станции», к.т.н. _____ Минтус А.Н.

Ст. преподаватель кафедры

«Электрические станции» _____ Черников В.Г.

Рабочая программа **рассмотрена и принята** на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «14» 03 2023 года № 4

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

Ткаченко С.Н.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **одобрена учебно-методической комиссией** ГОУВПО «ДОННТУ» по направлению подготовки 13.04.02 – «Электроэнергетика и электротехника».

Протокол от «23» 03 2023 года № 3

Председатель _____

(подпись)

Ткаченко С.Н.

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

Рабочая программа **продлена** для 20__ года приёма на заседании кафедры «Электрические станции».

Протокол от «____» _____ 20__ года № _____

Заведующий кафедрой _____

(подпись)

(Ф.И.О.)

1. ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает реализацию оптимальных алгоритмов управления энергоустановками на базе возобновляемых источников энергии средствами микропроцессорной техники.

Целью дисциплины является:

обеспечение оптимальных режимов работы возобновляемых источников энергии посредством использования микропроцессорных систем управления.

В результате освоения дисциплины студент должен

знать:

характер поведения мощностных характеристик возобновляемых источников энергии; способы перемещения рабочей точки по кривой мощности для различных источников энергии за счет применения полупроводниковых преобразователей; методы оптимального управления фотоэлектрическими модулями и ветрогенераторными установками; аппаратную часть и способы программирования микропроцессорных контроллеров для реализации оптимальных алгоритмов управления; тенденции развития микропроцессорных систем управления возобновляемыми источниками энергии; приемы обобщения и критической оценки результатов научных исследований отечественных и зарубежных ученых по проблемам возобновляемых источников энергии; основные методы постановки технических заданий, разработки и использования средства автоматизации при проектировании систем управления энергоустановками на основе ВИЭ; правила и закономерности личной и деловой устной и письменной коммуникации; современные коммуникативные технологии на русском и иностранном языках.

уметь:

строить мощностные характеристики фотоэлектрических модулей и ветроколес; выбирать необходимые схемы силовых полупроводниковых преобразователей для реализации задач управления; выбирать аппаратную часть, и составлять программы управления микропроцессорных контроллеров для оптимизации режимов работы возобновляемых источников энергии; обобщать, анализировать и критически оценивать результаты научных исследований отечественных и зарубежных ученых по проблемам возобновляемой энергетики; подбирать необходимые методы постановки технических заданий, разработки и использования средства автоматизации при проектировании систем управления энергоустановками на основе ВИЭ; применять на практике коммуникативные технологии, методы и способы делового общения для академического и профессионального взаимодействия на иностранном языке.

владеть:

способами представления результатов обобщения и критического анализа результатов научных исследований отечественных и зарубежных ученых по проблемам возобновляемых источников энергии; навыками практической постановки технических заданий, разработки и использования средства автоматизации при проектировании систем управления энергоустановками на основе ВИЭ; использованием методики межличностного делового общения на русском и иностранном языках, с применением профессиональных языковых форм, средств и современных коммуникативных технологий на иностранном языке.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

способность планировать и ставить задачи исследования, выбирать методы экспериментальной работы, интерпретировать и представлять результаты научных исследований (ПК-1);

способность формулировать технические задания, разрабатывать и использовать средства автоматизации при проектировании и технологической подготовке производства (ПК-2);

способность применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном(ых) языке(ах), для академического и профессионального взаимодействия (УК-4).

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к профессиональному циклу вариативной части учебного плана.

Базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Фотоэлектрические автономные системы», «Управление ветровыми электроустановками»; «Схемотехника силовой электроники».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующих дисциплин: «Цифровое регулирование в электроэнергетике» и выполнении научно-исследовательской работы.

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	Лабор.	Практ.	СРС
Тема 1 Особенности мощностных характеристик возобновляемых источников энергии.	12/12	4/0	8/2	0/0	0/10
Тема 2. Применение импульсных преобразователей постоянного тока для решения задач управления фотоэлектрическими модулями.	13/15	4/2	8/2	0/0	1/11
Тема 3. Алгоритмы поиска точки максимальной мощности фотоэлектрических модулей.	5/14	4/2	0/2	0/0	1/10
Тема 4. Аппаратная часть и принципы программирования микропроцессорных контроллеров для систем управления возобновляемыми источниками энергии.	13/15	4/2	8/2	0/0	1/11
Тема 5. Выбор датчиков для микропроцессорных систем управления фотоэлектрическими и ветрогенераторными установками.	5/10	4/0	0/0	0/0	1/10

Тема 6. Микропроцессорная система управления ориентацией фотоэлектрического модуля.	15/11	4/0	10/0	0/0	1/11
Тема 7. Принципы построения микропроцессорных систем оптимального управления ветрогенераторными установками.	7/12	6/2	0/0	0/0	1/10
Тема 8. Тенденции развития микропроцессорных систем управления возобновляемыми источниками энергии.	4/10	4/0	0/0	0/0	0/10
Контактная работа (дополнительная)	7/9				
Индивидуальное задание	0				0
Курсовой проект	36/36				36/36
Итого по видам занятий	117/144	34/8	34/8	0	42/119
Контроль	63/36				
ИТОГО:	180/180				

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-1	Тема 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8
ПК-2	Темы 4, 5, 6, 7,
УК-4	Тема 1 – 8

3.2. Лекции

Тема 1. Особенности мощностных характеристик возобновляемых источников энергии.

Содержание темы 1:

- Мощностные характеристики фотоэлементов;
- Мощностные характеристики ветроколес;
- Влияние различных факторов на вид мощностной характеристики.

Литература к теме 1: [1]

Тема 2. Применение импульсных преобразователей постоянного тока для решения задач управления фотоэлектрическими модулями

Содержание темы 2:

- Принцип работы повышающего преобразователя постоянного тока;
- Принцип работы понижающего преобразователя постоянного тока;
- Расчет параметров элементов импульсных преобразователей;
- Эффективность современных импульсных преобразователей;

Литература к теме 2: [2]

Тема 3. Алгоритмы поиска точки максимальной мощности фотоэлектрических модулей.

Содержание темы 3:

- Структура системы управления для поиска точки максимальной мощности;
- Упрощенные методы поиска ТММ: метод напряжения холостого хода и метод тока короткого замыкания;
- Анализирующие методы поиска ТММ: метод возмущения и наблюдения и метод возрастающей проводимости.

Литература к теме 3: [1]

Тема 4. Аппаратная часть и принципы программирования микропроцессорных контроллеров для систем управления возобновляемыми источниками энергии.

Содержание темы 4:

- Функциональная схема и особенности аппаратной части микропроцессорного контроллера STM 32 F4 Discovery;
- Основы объектно-ориентированного программирования микроконтроллера STM 32 F4 Discovery с использованием библиотеки Wajong
- Реализация системы управления потребителями автономной фотоэлектрической установки на базе контроллера STM 32 F4 Discovery.

Литература к теме 4: [2, 3]

Тема 5. Выбор датчиков для микропроцессорных систем управления фотоэлектрическими и ветрогенераторными установками.

Содержание темы 5:

- Датчики измерения освещенности;
- Датчики измерения скорости ветра;
- Подключение датчиков к микропроцессорным контроллерам.

Литература к теме 5: [1, 2, 3, 4]

Тема 6. Микропроцессорная система управления ориентацией фотоэлектрического модуля.

Содержание темы 6:

- Разновидности систем ориентации фотоэлектрических модулей;
- Структурная схема и алгоритм работы микропроцессорной системы азимутального ориентирования фотоэлектрического модуля;
- Особенности аппаратной части и принципы программирования программируемых логических контроллеров как устройств управления ориентацией ФЭМ.
- Оценка увеличения выработки энергии фотоэлектрическим модулем за счет применения системы азимутального ориентирования;

Литература к теме 6: [1, 3]

Тема 7. Принципы построения микропроцессорных систем оптимального управления ветрогенераторными установками.

Содержание темы 7:

- Структура системы регулирования ветрогенераторной установки с переменной скоростью вращения ветроколеса;
- Особенности работы дискретных регуляторов в основных контурах регулирования ветроустановки;
- Применение интеллектуальных систем для совершенствования системы регулирования ветроустановки.

Литература к теме 7: [1, 3]

Тема 8. Тенденции развития микропроцессорных систем управления возобновляемыми источниками энергии.

Содержание темы 8:

- Тенденции развития систем управления фотоэлектрическими модулями;
- Тенденции развития систем управления ветрогенераторными установками;
- Тенденции развития систем управления водородными топливными элементами.

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	Создание математической модели фотоэлектрического модуля в программном пакете Matlab.	8/2	[5]
2	Исследование методов поиска точки максимальной мощности фотоэлектрического модуля в программном пакете Matlab.	8/2	[5]
2	Реализация системы управления потребителями автономной фотоэлектрической установки на базе контролера STM32 F4 DISCOVERY.	8/2	[5]
3	Реализация системы азимутального ориентирования фотоэлектрического модуля на базе программируемого контроллера.	10/2	[5]
ИТОГО:		34/8	

3.5. Самостоятельная работа студента

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	3/53
2	Подготовка к практическим занятиям	-
3	Подготовка к лабораторным работам	3/30
4	Выполнение курсового проекта	36/36
5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение индивидуального задания	-
ИТОГО:		42/119

3.6. Курсовой проект (работа), индивидуальное задание

Программой дисциплины предусмотрено выполнение студентами **курсового проекта**.

Тематика курсового проекта предусматривает выбор аппаратной части и создание программы управления для системы азимутального ориентирования фотоэлектрического модуля на базе микропроцессорного контроллера, а так же расчет увеличения выработки энергии фотоэлектрической установкой в течении дня за счет применения системы азимутального ориентирования. Выполнение проекта ведется на основании паспортных данных фотоэлектрического модуля и технических параметров программируемого логического контроллера.

Курсовой проект предусматривает выполнение следующих основных разделов: выбор привода для механизма азимутального ориентирования и способа измерения плотности солнечной энергии, разработка структурной схемы микропроцессорной системы азимутального ориентирования, разработка алгоритма работы системы азимутального ориентирования, написание программы управления для системы ориентирования на проблемно-ориентированном языке программирования. В процессе выполнения курсового проекта производится расчет увеличения выработки энергии фотоэлектрической установкой в течении дня за счет применения системы азимутального ориентирования.

Разработка всех разделов проекта должна базироваться на максимальном использовании прогрессивных технических средств и передовой технологии. Соответствующие расчеты базируются на основе анализа современной технической литературы.

Программа управления системой азимутального ориентирования должна быть приведена на проблемно-ориентированном языке программирования, расчет увеличения выработки энергии фотоэлектрической установкой в течении дня, за счет применения системы азимутального ориентирования, должен производиться с использованием таблиц Excel.

Курсовой проект имеет одинаковое типовое по форме и методике разработки содержание для всех студентов.

Объем курсового проекта – не более 50 страниц сброшюрованных рукописного или машинописного текста. Студент обязан оформить проект строго в соответствии с установленными требованиями [7].

Индивидуальное задание учебным планом не предусмотрено.

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 трех 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

1. Мощностные характеристики фотоэлементов и ветроколес, влияние различных факторов на вид мощностной характеристики.
2. Принцип работы импульсных преобразователей постоянного напряжения, использование ППН для оптимизации работы фотоэлектрических модулей.
3. Структура системы управления для поиска точки максимальной мощности, упрощенные методы поиска ТММ: метод напряжения холостого хода и метод тока короткого замыкания.
4. Анализирующие методы поиска ТММ: метод возмущения и наблюдения и метод возрастающей проводимости.
5. Функциональные возможности, устройства ввода-вывода и методы программирования микроконтроллера STM 32 F4 Discovery.
6. Функциональная схема и алгоритм работы системы управления потребителями автономной фотоэлектрической установки на базе контроллера STM 32 F4 Discovery.
7. Разновидности датчиков для микропроцессорных систем управления фотоэлектрическими и ветрогенераторными установками.
8. Структурная схема и алгоритм работы микропроцессорной системы азимутального ориентирования фотоэлектрического модуля.
9. Особенности функционирования аппаратной части и устройств ввода-вывода программируемых логических контроллеров.
10. Принципы программирования программируемого логического на проблемно-ориентированном языке программирования.

11. Принцип регистрации плотности солнечной энергии в системе азимутального ориентирования для оценки увеличения выработки энергии фотоэлектрическим модулем.

12. Структура системы регулирования ветрогенераторной установки, особенности работы дискретных регуляторов в основных контурах регулирования.

13. Принципы настройки регуляторов основных контуров регулирования ветрогенераторной установки.

14. Роль интеллектуальных систем в совершенствовании работы системы регулирования ветроустановки.

15. Тенденции развития микропроцессорных систем управления возобновляемыми источниками энергии.

Пример экзаменационного билета

ГОУВПО «ДОНЕЦКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Направление подготовки: 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Профиль: Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии

Семестр: 3

Учебная дисциплина: Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии

БИЛЕТ №1

1. Структура системы управления для поиска точки максимальной мощности, упрощенные методы поиска ТММ: метод напряжения холостого хода и метод тока короткого замыкания.
2. Структурная схема и алгоритм работы микропроцессорной системы азимутального ориентирования фотоэлектрического модуля.

Задание рассмотрено и одобрено на заседании кафедры ЭС

Протокол №_____ от _____ г.

Заведующий кафедрой _____ (С.Н. Ткаченко)

4.3 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии» производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам лабораторных работ.

Выполнение лабораторных работ с защитой отчёта, 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
Отчёт по лабораторной работе	10	Задание выполнено правильно, даны ответы на все контрольные вопросы, приведен анализ полученного результата.
	0-9	Задание выполнено в целом правильно, возникли трудности в объяснении полученных результатов. Снижение баллов возможно: за неполный ответ на контрольные вопросы – от 1 до 5 баллов. за ошибки при объяснении полученных результатов – от 1 до 5 баллов.
Итого по лабораторным работам (максимальный бал)	40	Из расчета 4 лабораторных работ. Оценивается каждая лабораторная.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового экзамена. Форма проведения экзамена – письменная. Экзаменационный билет включает в себя 2 теоретических вопроса. При оценивании студента на экзамене преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 2.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос экзаменационного билета засчитывается студенту в случае, если ответ подтверждает владение студентом знаниями в полном объеме учебной программы, материал изложен в логической последовательности с выделением главного, содержит точные формулировки, сопровождается иллюстрирующими схемами и рисунками и формулами (при необходимости).

При подсчёте баллов за каждый теоретический вопрос от максимального количества баллов снимается за:

- Неполное раскрытие вопроса: от 10 до 20 баллов;
- Существенные ошибки: от 5 до 10 баллов;
- Мелкие ошибки: от 1 до 4 баллов

Таблица 2 – Распределение баллов по семестровому экзамену

Форма контроля		Максимально возможное количество баллов
Ответ на вопросы экзаменационного билета	вопрос 1	30
	вопрос 2	30
ИТОГО:		60

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-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.

4.5 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

На примере темы «Алгоритмы поиска точки максимальной мощности фото-электрических модулей.»

1. Приведите структурную схему системы управления для поиска точки максимальной мощности.
2. Поясните роль импульсного ППН в системе поиска точки максимальной мощности.
3. Опишите алгоритмы поиска ТММ по методу напряжения холостого хода и методу тока короткого замыкания.
4. Опишите алгоритмы поиска ТММ по методу возмущения и наблюдения и методу возрастающей проводимости

Текущий контроль знаний студентов производится по результатам контрольных опросов в ходе проведения лабораторных занятий (15 минут вначале лабораторной работы).

5. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная

1. Удалов, С. Н. Возобновляемые источники энергии [Электронный ресурс]: учебное пособие / С. Н. Удалов. — Электрон. текстовые данные — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2014. — 460 с. — ISBN 978-5-7782-2358-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/47686.html>. — ЭБС «IPR books».
2. Баховцев, И. А. Микропроцессорные системы управления устройствами силовой электроники. Структуры и алгоритмы [Электронный ресурс]: учебное пособие / И. А. Баховцев. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. — 219 с. — ISBN 978-5-7782-3546-5. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91248.html> — ЭБС «IPR books».

Дополнительная

3. Микропроцессорные системы управления электроприводами и технологическими комплексами [Электронный ресурс]: учебное пособие / Г. М. Симаков, А. М. Бородин, Д. А. Котин, Ю. В. Панкрац. — Электрон. текстовые данные — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2016. — 116 с. — ISBN 978-5-7782-2989-1. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/91602.html> — ЭБС «IPR books».

4. Лукутин Б.В. Децентрализованные системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников - 2 Мб. - ФГАУ ВО "Нац. исслед. Том. политехн. ун-т". Томск : Изд-во Том. политехн. ун-та, 2015. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. — Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/17/cd6420.pdf>

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

5. Методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплине «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии» [Электронный ресурс] : (для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии») / ГОУВПО "ДОННТУ", каф. «Системы программного управления и мехатроника»; [сост.: А.Н. Минтус, В.Г. Черников]. - 12 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. — Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/21/m5861.pdf>

6. Методические указания к организации самостоятельной работы по дисциплине «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии» [Электронный ресурс] : (для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии») / ГОУВПО "ДОННТУ", каф. «Системы программного управления и мехатроника»; [сост.: А.Н. Минтус, В.Г. Черников]. - 101 Кб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. — Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/21/m5846.pdf>

7. Методические рекомендации к выполнению курсового проекта по дисциплине «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии» [Электронный ресурс] : (для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии») / ГОУВПО "ДОННТУ", каф. «Системы программного управления и мехатроника»; [сост.: А.Н. Минтус, В.Г. Черников]. - 1 Мб. - Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2020. - 1 файл. - Систем. требования: Acrobat Reader. — Режим доступа: <http://ed.donntu.ru/books/21/m5864.pdf>

Электронно-информационные ресурсы

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

ЭБС «IPRbooks» - <http://www.iprbookshop.ru>

7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

7.1 Лекционные занятия:

Учебная лаборатория № 8.210в, учебный корпус 8, для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - «Лекционная». Компьютер: системный блок P 4 2,8 GHz / 2x256 Mb / HDD 40Gb; монитор 17" TFT View Sonic VA 703B; монитор Samsung SyncMaster 940N TFT 19". ОС: Microsoft Windows XP; OpenOffice 4.1.4; Adobe Reader X 10.1.0; MatLab R 2010a; WinRAR 3.80 (пробная версия); Google Chrome 49.0.2623. Мультимедийный проектор TOSHIBA TLP. Имеется возможность доступа к сети «Интернет». Специализированная мебель: экран Draper Luma, доска мобильная 2-стор. ТК-TEAM, шкаф для одежды, столы, стулья.

7.2 Лабораторные работы:

Учебная лаборатория № 8.208а, учебный корпус 8, для проведения практических и лабораторных занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – «Лаборатория управления возобновляемыми источниками энергии и электроприводами». Экспериментальный стенд для исследования режимов работы ветрогенераторов; лабораторная установка для исследования топливного водородного элемента NP50; стенд для испытания электроприводов; 3-х фазный выпрямитель SIMOREG; преобразователь частоты SIMOVERT; асинхронный электродвигатель 1000Вт.; электродвигатель постоянного тока 1000Вт.; цифровой осциллоскоп; преобразователь MICROMASTER 440 4кВт. Компьютеры: системный блок (2шт.) P 4 2,8GHz / 2x256Mb / HDD 40Gb; системный блок P 4 2,8GHz / 2x256Mb; 1Gb / HDD₁ 80Gb; HDD₂ 250Gb; системный блок P 4 2,8GHz / 2x256Mb; 1Gb / HDD₁ 40Gb; HDD₂ 250Gb; монитор Samsung SyncMaster 795DF (4шт.). ОС: Microsoft Windows XP; OpenOffice 4.1.4; Adobe Reader X 10.1.0 / Adobe Reader 8.1.3 / Adobe Reader X; MatLab; WinRAR 4.11 (пробная версия); Google Chrome 49.0.2623/Mazilla 30.0. Принтер HP LJ 5000. Имеется возможность доступа к сети «Интернет». Проектор Liesegang, мультимедийный переносной проектор EPSON. Специализированная мебель: киноэкран, доска классная стеклянная, шкафы, столы, стулья.

Учебная лаборатория № 8.214, учебный корпус 8, для проведения практических и лабораторных занятий, курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации – «Лаборатория управления автономными возобновляемыми источниками энергии». Стенд «Фотоэлектрическая установка». Компьютер: системный блок IP Dual-Core G2120 3,1GHz / HDD 1Tb / DDR3 2x4096Mb; монитор 20"Philips 206V3. ОС: Microsoft Windows 7; OpenOffice 4.1.4; Adobe Reader X; WinRAR 5.30 (пробная версия); Google Chrome 52.0.2743.116. Мультимедийный переносной проектор EPSON. Имеется возможность доступа к сети «Интернет». Специализированная мебель: переносной экран Mistral, шкафы, столы, стулья.

7.1 Курсовое проектирование:

Учебная лаборатория № 8.003, учебный корпус 8, для проведения курсового проектирования, групповых и индивидуальных консультаций, теку-

щего контроля и промежуточной аттестации - «Магистерская». Преобразователь Micromaster (3шт.) MM 440 37кВт.; MM 430 18,5кВт.; MM 430 55кВт. Имеется возможность доступа к сети «Интернет».

7.4 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.