

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



УТВЕРЖДАЮ:

Первый проректор

А.А. Каракозов

(подпись)

« 31 » сентября 2023 года

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1. В.05 Энергоустановки

на основе топливных элементов

(код и наименование дисциплины согласно учебному плану)

Направление подготовки
(специальность):

13.04.02

«Электроэнергетика и электротехника»

(код и наименование направления / 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)

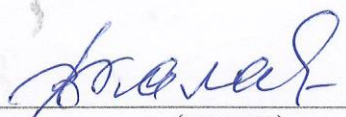
Форма обучения:	Очная	заочная
Семестр(ы)	1	1
Общая трудоёмкость в з.е./часах	2.5/90	2.5/90
Контактная работа (час.), в том числе:	53	10
лекции (час.)	34	4
практические (семинарские) занятия (час.)	-	-
Лабораторные работы (час.)	17	4
Самостоятельная работа (час.), в том числе:	37	80
курсовой проект(работа) (семестр/час.)	-	-
Контроль (экзамен, час./зачёт)	зачет	зачет

Донецк, 2023 г.


Рабочая программа дисциплины «Энергоустановки на основе топливных элементов» составлена в соответствии с учебными планами по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Микропроцессорные системы управления возобновляемыми источниками энергии» для 2023 года приёма по очной, заочной формам обучения.

Составители:

Доцент кафедры
«Электрические станции»,
к.т.н., доцент



(подпись) Калашников В.И.
(Ф.И.О.)

Доцент кафедры
«Электрические станции»,
к.т.н., доцент


(подпись) Ткаченко С. Н.
(Ф.И.О.)

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**
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
«Электрические станции»

Протокол от «____» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой _____ Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от «____» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой _____ Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от «____» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой _____ Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от «____» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой _____ Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от «____» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой _____ Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

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

Протокол от «____» _____ 20__ года № ____

Заведующий кафедрой _____ Ткаченко С.Н.
(подпись) (Ф.И.О.)

1 ОБЪЕКТ, ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина рассматривает вопросы построения энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии.

Целью дисциплины является раскрыть физический смысл и принципы прямого преобразования химической энергии в электрическую, научить студентов видеть области применения водородной энергетики.

В результате освоения дисциплины студент должен:

знать: основные тенденции развития водородной энергетики, принципы конструирования и исследования энергоустановок на основе возобновляемых источников энергии;

уметь: анализировать научную и техническую информацию по проблемам водородной энергетики, производить расчеты физико-химических параметров, анализировать энергетические характеристики при использовании энергетических установок на основе топливных элементов;

владеть: информацией о технических параметрах оборудования применительно к технологиям водородной энергетики, основные элементы водородной энергетики.

Перечисленные результаты обучения являются основой для формирования следующих компетенций:

ПК-1 - способность выбирать серийные и проектировать новые объекты профессиональной деятельности;

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

ПК-10 - способность принимать решения в области электроэнергетики и электротехники с учётом энерго- и ресурсосбережения.

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В ОСНОВНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЕ

Дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений учебного плана, базируется на знаниях и умениях, которые студент приобрел при освоении предшествующих дисциплин: «Интеллектуальное управление возобновляемыми источниками энергии»; «Схемотехника силовой электроники».

Знания и умения, приобретенные при освоении данной дисциплины, реализуются студентом при изучении последующей дисциплины: «Режимы работы энергоустановок на основе топливных элементов», прохождение производственной практики, прохождение 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. (Се- мин .)	Лабор.	СРС
Тема 1. Введение	4/4	2/0		0/0	2/4
Тема 2. Область применения энергоустановок на основе топливных элементов	4/4	2/1		0/0	2/3
Тема 3. Функциональная схема системы управления энергоустановкой на основе топливных элементов с протоннообменной мембраной (PEM FC)	6/6	2/1		2/1	2/4
Тема 4. Структура математической модели водородно-кислородного топливного элемента (ВКТЭ)	8/8	2/1		2/1	4/6
Тема 5. Конструкция и параметры функционирования ВКТЭ	8/8	2/0		2/0	6/8
Тема 6. Термодинамические свойства ВКТЭ	10/10	4/0		2/0	4/10
Тема 7. Газодинамические свойства ВКТЭ	10/10	4/0		2/1	4/9
Тема 8. Гидродинамические свойства ВКТЭ	10/10	4/0		2/0	4/10
Тема 9. Моделирование периферийных элементов ВКТЭ	5/5	2/0		2/0	1/5
Тема 10. Система подачи водорода ВКТЭ	5/5	2/0		2/0	1/5
Тема 11. Система охлаждения ВКТЭ	5/5	2/0		0/0	3/5
Тема 12. Преобразователь постоянного напряжения	4/4	2/0		0/0	2/4
Тема 13. Инвертор напряжения	4/5	2/0		0/0	2/5
Тема 14. Результаты математического моделирования ВКТЭ	5/5	2/1		0/1	3/4
Контактная работа (дополнительная)	2/2	-	-	-	0/0
Курсовой (работа) проект	0/0	-	-	-	0/0
Итого по видам занятий	90/90	34/4		17/4	37/78
Контроль	0/0				
ИТОГО:	90/90	34/4		17/4	37/80

Формирование компетенций в результате освоения тем дисциплины

Компетенции	Темы дисциплины, нацеленные на формирование компетенции
ПК-5	Тема 4, 5, 6, 7
ПК-10	Темы 2, 3, 8
УК-4	Тема 1, 9, 10

3.2. Лекции

Тема 1. Введение.

Содержание темы 1:

1. Место водородной энергетики в общем производстве энергии.
2. Стратегия перехода к водородной энергетике.
3. Схема электроэнергетической системы будущего.

Литература к теме 1: [4, 5, 9]

Тема 2. Область применения энергоустановок на основе топливных элементов.

Содержание темы 2:

1. Сравнение преобразования энергии с помощью топливного элемента и тепловой электростанции.
2. Примеры практического использования энергоустановок на основе топливных элементов.

Литература к теме 2: [1, 2, 9]

Тема 3. Функциональная схема системы управления энергоустановкой на основе топливных элементов с протонно-обменной мембраной (PEM FC)

Содержание темы 3:

1. Общий вид системы управления энергоустановкой на основе PEM FC.
2. Система нагнетания воздуха.
3. Контур подачи водорода.
4. Система регулирования влажности компонент.
5. Стехиометрия реагентов.
5. Система регулирования давления реагентов.
6. Система регулирования температуры реагентов.
7. Системы оптимального управления энергоустановками на основе PEM FC.

Литература к теме 3: [2, 3, 9]

Тема 4. Структура математической модели водородно-кислородного топливного элемента (ВКТЭ).

Содержание темы 4:

1. Общий вид математической модели ВКТЭ.
2. Составные части ВКТЭ: электродинамика, термодинамика, гидродинамика, газовая механика.

Литература к теме 4: [2, 3, 9]

Тема 5. Конструкция и параметры функционирования ВКТЭ.

Содержание темы 5:

1. Принцип работы ВКТЭ.
2. Электродинамические свойства ВКТЭ.
3. Напряжение холостого хода ВКТЭ.
4. Напряжение активации (поляризации).
5. Активные потери энергии.
6. Мощность и коэффициент полезного действия.

Литература к теме 5: [2, 9]

Тема 6. Термодинамические свойства ВКТЭ.

Содержание темы 6:

1. Влияние температуры на электрохимические процессы преобразования энергии.
2. Температура топливных газов.
3. Тепловые потери на фазовый переход.
4. Полная тепловая мощность.

Литература к теме 6: [1, 2, 6, 9]

Тема 7. Газодинамические свойства ВКТЭ.

Содержание темы 7:

1. Массовое равновесие.
2. Градиент давления.
3. Диффузия реагентов.

Литература к теме 7: [2, 3, 9]

Тема 8. Гидродинамические свойства ВКТЭ.

Содержание темы 8:

1. Влажность полимерной протонно-обменной мембраны.
2. Распределение водных потоков.
3. Концентрация водной пары.

Литература к теме 8: [2, 3, 9]

Тема 9. Моделирование периферийных элементов ВКТЭ.

Содержание темы 9:

1. Увлажнение топливных газов.
2. Функциональная схема увлажнения реагентов.
3. Функциональная схема увлажнения воздуха.
4. Функциональная схема увлажнения водорода.
5. Система нагнетания воздуха.

Литература к теме 9: [2, 3, 9]

Тема 10. Система подачи водорода ВКТЭ.

Содержание темы 10:

1. Зависимость между массой вещества и ее количеством.
2. Функциональная схема контура подачи водорода.

Литература к теме 10: [2, 3, 9]

Тема 11. Система охлаждения ВКТЭ.

Содержание темы 11:

1. Тепловая мощность системы охлаждения.
2. Функциональная схема модели контура охлаждения.

Литература к теме 11: [2, 3, 9]

Тема 12. Преобразователь постоянного напряжения.

Содержание темы 12:

1. Принцип действия повышающего преобразователя постоянного тока.
2. Диаграмма работы повышающего преобразователя постоянного тока.
3. Расчет параметров повышающего преобразователя постоянного тока.

Литература к теме 12: [1, 2, 3, 9]

Тема 13. Инвертор напряжения.

Содержание темы 13:

1. Однофазный инвертор напряжения.
2. Трехфазный инвертор напряжения.

Литература к теме 13: [2, 3, 9]

Тема 14. Результаты математического моделирования ВКТЭ.

Содержание темы 14:

1. Вольтамперная характеристика ВКТЭ.
2. Зависимость мощности ВКТЭ от силы тока.
3. Зависимость КПД от силы тока.
4. Зависимость КПД автономной системы электропитания от силы тока.
5. Влияние параметров на мощность ВКТЭ.

Литература к теме 14: [2, 3, 9]

3.3. Практические (семинарские) занятия по дисциплине учебным планом не предусмотрены.

3.4. Лабораторные работы

№ п/п	Тема работы	Объем, час. очн/ заочн	Литература
1	Энергоустановки на основе топливных элементов. Параметры ВКТЭ.	2/1	[2, 3, 7, 9]
2	Теплодинамические свойства ВКТЭ.	3/1	[2, 3, 7, 9]
3	Газодинамические свойства ВКТЭ.	3/1	[2, 3, 7, 9]
4	Гидродинамические свойства ВКТЭ.	3/1	[2, 3, 7, 9]
5	Структурная схема автономной системы электропитания	3/0	[3, 7, 9]
6	Структурные схемы периферийных элементов ВКТЭ: контур подачи воздуха, контур подачи водорода, контур системы охлаждения	3/0	[2, 3, 7, 9]
ИТОГО:		17/4	

3.5. Самостоятельная работа студента [8]

№ п/п	Виды самостоятельной работы студента	Объем, час.
1	Изучение лекционного материала	20/40
2	Подготовка к практическим занятиям	-
3	Подготовка к лабораторным работам	15/38
4	Выполнение курсового проекта	-

5	Выполнение курсовой работы	-
6	Выполнение контактной работы (дополнительной)	2/2
ИТОГО:		37/80

3.6. Курсовой проект (работа) учебным планом не предусмотрен.

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

Экзамен по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

4.3 Пример экзаменационного билета

Экзамен по дисциплине учебным планом не предусмотрен.

4.4 Критерии оценивания

Оценивание уровня освоения студентом учебного материала дисциплины производится в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации (семестрового контроля).

Текущий контроль знаний студента очной формы обучения осуществляется по результатам практических занятий.

Выполнение практических занятий является необходимым условием допуска студента к зачету. Каждая практическая работа оценивается в 6,5 баллов.

Промежуточная аттестация по результатам освоения дисциплины в семестре проводится в форме семестрового зачета. Зачет включает в себя 2 теоретических вопроса. При оценивании студента на зачете преподаватель руководствуется критериями, приведенными в таблице 1.

Максимальное количество баллов за ответ на вопрос 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 5 до 20 баллов;
- Существенные ошибки: от 5 до 15 баллов;
- Мелкие ошибки: от 1 до 4 баллов

Таблица 1 – Распределение баллов по семестровому зачету

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 зачета. **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 / зачтено
80-89	B	Хорошо / зачтено

Сумма баллов по 100-бальной шкале	Оценка по шкале ECTS	Оценка по государственной шкале
75-79	C	Удовлетворительно / зачтено
70-74	D	
60-69	E	
35-59	FX	Неудовлетворительно / не зачтено
0-34	F*	

* – с обязательным повторным изучением дисциплины.

4.5 Пример текущего опроса на лабораторных занятиях

Практическое применение энергоустановок на основе топливных элементов.

1. Технические характеристики топливных элементов.
2. Практическое применение автономных энергоустановок на основе топливных элементов в транспортных системах.
3. Практическое применение сетевых энергоустановок на основе высокотемпературных топливных элементов.

5 РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

I Основная литература

1. Ветров, В. И. Преобразователи энергии : учебное пособие / В. И. Ветров, А. В. Белоглазов. — Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. — 128 с. — ISBN 978-5-7782-3867-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/99355.html>
2. Лысенко, В. А. История и методология химической технологии. Системное проектирование углеродных пористых композитов для топливных элементов водородной энергетики: учебное пособие / В. А. Лысенко. — Санкт-Петербург : Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна, 2019. — 132 с. — ISBN 978-5-7937-1792-2. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/102519.html>
3. Радченко, Р. В. Водород в энергетике : учебное пособие / Р. В. Радченко, А. С. Мокрушин, В. В. Тюльпа. — Екатеринбург : Уральский федеральный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 232 с. — ISBN 978-5-7996-1316-7. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/68323.html>

II Дополнительная литература

4. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии : учебное пособие / Ю. Ц. Бадмаев, М. Б. Балданов, Л. П. Шкедова, А. К. Ондар. — Улан-Удэ : Бурятская государственная сельскохозяйственная академия им. В.Р.

Филиппова, 2022. — 220 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/125216.html>

5. Аспекты технико-экономического состояния и перспективы развития энергетики : учебное пособие / Д. Ю. Ляпунов, Н. В. Гусев, П. Е. Слядников, С. М. Семенов. — Томск : Томский политехнический университет, 2019. — 323 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/96116.html>

6. Тетельмин, В. В. Физические основы традиционной и альтернативной энергетики : учебное пособие / В. В. Тетельмин, В. А. Язев. — Долгопрудный : Издательский Дом «Интеллект», 2016. — 176 с. — ISBN 978-5-91559-211-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/103764.html>

6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебно-методические издания, разработанные в ДонНТУ:

7. Методические рекомендации для проведения лабораторных работ по дисциплине «Энергоустановки на основе топливных элементов» [Электронный ресурс] : (для студентов направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. «Электрические станции»; [сост.: Калашников В.И., С.Н. Ткаченко]. — Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2023. — 1 файл. — Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента.

8. Методические указания к организации самостоятельной работы по дисциплине «Энергоустановки на основе топливных элементов» [Электронный ресурс] : (для студентов направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. «Электрические станции»; [сост.: Калашников В.И., С.Н. Ткаченко]. — Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2023. — 1 файл. — Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента.

9. Калашников В.И., Ткаченко С.Н. «Энергоустановки на основе топливных элементов» Конспект лекций [Электронный ресурс]: (для студентов направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» всех форм обучения / ГОУВПО "ДОННТУ", Каф. «Электрические станции»; [сост.: Калашников В.И., С.Н. Ткаченко]. — Донецк : ГОУВПО "ДОННТУ", 2023. — 1 файл. — Систем. требования: Acrobat Reader. : доступ через личный кабинет студента.

Электронно-информационные ресурсы
ЭБС ДОННТУ – <http://donntu.ru/library>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Учебная лаборатория № 8.210в, учебный корпус 8, для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации - «Лекционная». Компьютер: системный блок Р 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.

2. 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.) Р 4 2,8GHz / 2x256Mb / HDD 40Gb; системный блок Р 4 2,8GHz / 2x256Mb; 1Gb / HDD₁ 80Gb; HDD₂ 250Gb; системный блок Р 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.

3. 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.