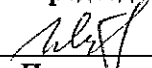


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «ДГТУ»

РЕКОМЕНДОВАНО
К УТВЕРЖДЕНИЮ:


Декан факультета Компьютерных
технологий, вычислительной техники и
энергетики,
председатель совета

 Юсуфов Ш.А.
Подпись Ф.И.О.

«20» 09 2018 г.

УТВЕРЖДАЮ:

Проректор по учебной работе,
председатель методического
совета ДГТУ

 Суракатов Н.С.
Подпись Ф.И.О.

«24» 09 2018 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЬ)

Дисциплина Силовая электроника Б1. В.ОД.8
наименование дисциплины по ООП и код по ФГОС

для направления 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»
шифр и полное наименование направления

по профилю «Электроэнергетические системы и сети»

факультет Компьютерных технологий, вычислительной техники и энергетики
наименование факультета, где ведется дисциплина

кафедра Электроэнергетики и возобновляемых источников энергии
наименование кафедры, за которой закреплена дисциплина

Квалификация выпускника (степень) бакалавр
бакалавр (специалист)

Форма обучения очная, курс 2 семестр (ы) 4
очная, заочная, др.

Всего трудоемкость в зачетных единицах (часах) 5 ЗЕТ (180ч.)

лекции 34 (час); экзамен 4 1 ЗЕТ (36 ч.)
(семестр)

практические (семинарские) занятия _____ (час); зачет _____
(семестр)

лабораторные занятия 34 (час); самостоятельная работа 76 (час);

курсовой проект (работа, РГР) _____ (семестр).

Зав. кафедрой 
подпись

Гамзатов Т.Г.
Ф.И.О.

Начальник УО _____
подпись

Магомаева Э.В.
Ф.И.О.



Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» (уровень бакалавриата) (профиль подготовки «Электроэнергетические системы и сети»)

Программа одобрена на заседании выпускающей кафедры от 12.09.18 года, протокол № 1

Зав. выпускающей кафедрой по данному направлению (специальности, профилю) «Электроэнергетические системы и сети»


подпись

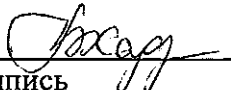
Гамзатов Т.Г.
Ф.И.О.

ОДОБРЕНО:

Методической комиссией
по укрупненной группе направления
подготовки

13.00.00 «Электро- и теплоэнергетика»
шифр и полное наименование

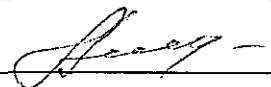
Председатель МК


Подпись Хазамова М.А.
Ф.И.О

«13» 09 2018 г.

АВТОР ПРОГРАММЫ:

Кациева Е.Г.
Ф.И.О., уч. степень, ученое звание, подпись

ст.преподаватель


«10» 08 2010 г.

1. Цели освоения дисциплины «Силовая электроника»

Основной целью дисциплины является приобретение студентами основных навыков в силовой преобразовательной технике.

Для достижения поставленной цели необходимо научить студентов:

- представлениям о процессе преобразования электроэнергии посредством статических преобразователей;
- основным типам статических преобразователей и принципам управления статическими преобразователями для электроприводов и технологических установок.

2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

В структуре ООП бакалавриата настоящая дисциплина входит в вариативную часть обязательных дисциплин учебного плана. Ее освоение дает базовые знания для изучения дисциплины «Электроснабжение», «Электрические станции и подстанции», «Электроэнергетические системы и сети». Дисциплина является предшествующей для изучения дисциплин «Электромагнитные переходные процессы в электроэнергетических системах», «Эксплуатация электрических сетей».

3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) Силовая электроника

Процесс изучения, дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способностью использовать методы анализа и моделирования электрических цепей (ОПК-3);
- способностью рассчитывать режимы работы объектов профессиональной деятельности (ПК-6);
- готовностью обеспечивать требуемые режимы и заданные параметры технологического процесса по заданной методике (ПК-7).

В результате изучения дисциплины “ Силовая электроника ” обучающиеся должны:

Знать и понимать

- принцип работы диодов, тиристоров, транзисторов, вакуумных генераторных ламп;
- классификацию, основные схемные решения полупроводниковых преобразователей и особенности их работы;
- порядок расчета устройств силовой электроники;

Уметь

- разрабатывать электрические принципиальные схемы устройств силовой электроники;
- анализировать работу устройств силовой электроники;
- выбирать компоненты устройств силовой электроники;

владеть навыками элементарных расчетов и испытаний электрических машин.

Владеть навыками расчетов по определению параметров и характеристик устройств силовой электроники.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) Силовая электроника

Общая трудоемкость дисциплины составляет **5 зачетные единицы** - 180 часа, в том числе лекционных **34 часов**, лабораторных **34 часа**, СРС **76 часов**, форма отчетности :
4 семестр - экзамен,

4.1. Содержание дисциплины. Основные разделы.

№ п.п.	Раздел дисциплины. Тема лекции и вопросы	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по срокам текущих аттестаций в семестре). Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Л	К	П	З	
1	2	3	4	5	6	7	8	9
								Входная контрольная работа
1.	Лекция 1 ТЕМА: <u>«Введение»</u> 1. р- и п- переход 2. Силовые электронные ключи	4	1	2			5	
2.	Лекция 2 ТЕМА: <u>«Силовые полупроводниковые приборы»</u> 1. Силовые полупроводниковые диоды. 2. Тиристоры. Полностью управляемые GTO тиристоры.	4	2	2		4	5	
3.	Лекция 3 ТЕМА: <u>«Силовые полупроводниковые приборы»</u> 1. <u>Полевые транзисторы</u> 2. <u>Биполярные транзисторы</u>	4	3	2			5	
4.	Лекция 4 ТЕМА: <u>«Силовые полупроводниковые преобразователи с коммутацией от сети»</u> 1. <u>Однофазные управляемые выпрямители</u> 2. <u>Энергетические характеристики выпрямителей.</u>	4	4	2		4	5	
5.	Лекция 5 ТЕМА: <u>«Силовые полупроводниковые преобразователи с коммутацией от сети»</u> 1.Трехфазные управляемые выпрямители 2. Энергетические характеристики выпрямителей.	4	5	2			5	Аттестационная контрольная работа№1
6.	Лекция 6 ТЕМА: <u>«Силовые полупроводниковые преобразователи с коммутацией от сети»</u>	4	6	2		4	5	

1. Ведомые сетью инверторы								
7.	Лекция 7 ТЕМА: «Силловые полупроводниковые преобразователи с коммутацией от сети» 1. Непосредственные преобразователи частоты	4	7	2			5	
8.	Лекция 8 ТЕМА: «Преобразователи постоянного напряжения». 1. Одноплечевой ШИП с симметричным законом управления. 2. Энергетические характеристики.	4	8	2		4	5	
9.	Лекция 9 ТЕМА: «Преобразователи постоянного напряжения». 1. Мостовой широтно-импульсный преобразователь. 2. Энергетические характеристики.	4	9	2			3	
10.	Лекция 10 ТЕМА: «Преобразователи постоянного напряжения». 1. Импульсные источники питания постоянного тока. 2. Энергетические характеристики.	4	10	2		4	3	Аттестационная контрольная работа №2
11.	Лекция 11 ТЕМА: «Автономные инверторы». 1. Однофазные автономные инверторы.	4	11	2			5	
12.	Лекция 12 ТЕМА: «Автономные инверторы». 1. Трехфазные автономные инверторы.	4	12	2		4	5	
13.	Лекция 13 ТЕМА: «Автономные инверторы». 1. Трехфазные тиристорные автономные инверторы.	4	13	2			5	
14.	Лекция 14 ТЕМА: «Автономные инверторы». 1. Многоуровневые инверторы.	4	14	2		4	5	
15.	Лекция 15 ТЕМА: «Автономные инверторы». 1. Выпрямительный режим работы автономных инверторов.	4	15	2			3	Аттестационная контрольная работа №3
16.	Лекция 16 ТЕМА: «Автономные инверторы». 1. Основные характеристики инверторов	4	16	2		4	3	

17.	Лекция 17 ТЕМА: «Преобразователи постоянного напряжения». 1. Широтно-импульсная модуляция.	4	17	2		2	4	
	Итого			34		34	76	экзамен (1 зет - 36часов)

4.2. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	№ лекции	Наименование лабораторного занятия	Кол-во часов	Рекомендуемая литература и методические разработки (№ источника из списка литературы)
1	2	3	4	5
1.	Лекция №1-2	Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя	4	Осн.лит. №2,3,5 Доп.лит. №1-5
2.	Лекция №3-4	Исследование трехфазного двухполупериодного (мостового) выпрямителя	4	Осн.лит. №1,4,6 Доп.лит. №1,2,5
3.	Лекция №5-6	Исследование однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя.	4	Осн.лит. №4,5 Доп.лит. №1,2
4.	Лекция №7-8	Исследование трехфазного двухполупериодного управляемого выпрямителя	4	Осн.лит. №1,6 Доп.лит. №1,2
5.	Лекция №9-10	Исследование трехфазного инвертора, ведомого сетью.	4	Осн.лит. №3,5 Доп.лит. №1,2,3
6.	Лекция №11-12	Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления	4	Осн.лит. №2,6,7 Доп.лит. №4
7.	Лекция №13-14	Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с несимметричным законом управления	4	Осн.лит. №4,5,6 Доп.лит. №1,2
8.	Лекция №15-16	Исследование трехфазного (мостового) инвертора с симметричным управлением	4	Осн.лит. №1,2,7 Доп.лит. №1,2,3
9.	Лекция №17	Исследование трехфазного (мостового) инверторного выпрямителя. Защита работ.	2	Осн.лит. №1,2,7 Доп.лит. №1,2,3
	Итого		34	

Тематика для самостоятельной работы студента

№ п/п	Тематика по содержанию дисциплины, выделенная для самостоятельного изучения	Количество часов из содержания дисциплины	Рекомендуемая литература и источники информации	Формы контроля СРС
1	2	3	4	5
1	Преобразование энергии в электрических машинах	4	Осн.лит. №1,2,7 Доп.лит. №1,2,3	Реферат, Контр.раб.
2	Принцип действия однофазного трансформатора	4	Осн.лит. №2,3,5 Доп.лит. №1-5	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.
3	Уравнения, схема замещения и векторная диаграмма реального однофазного трансформатора	4	Осн.лит. №4,5 Доп.лит. №1,2	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.
4	Режим и опыт холостого хода. Режим и опыт короткого замыкания	4	Осн.лит. №4,5 Доп.лит. №1,2	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.
5	КПД трансформатора. Максимальный КПД	4	Осн.лит. №1,4,6 Доп.лит. №1,2,5	Реферат, Контр.раб.
6	Группы соединения обмоток трансформатора	4	Осн.лит. №1,4,6 Доп.лит. №1,2,5	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.
7	Включение трансформаторов на параллельную работу	4	Осн.лит. №3,5 Доп.лит. №1,2,3	Реферат, Контр.раб.
8	Трансформаторы специального назначения	4	Осн.лит. №3,5 Доп.лит. №1,2,3	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.
9	Многополюсное вращающееся магнитное поле	4	Осн.лит. №2,6,7 Доп.лит. №4	Реферат, Контр.раб.
10	Принцип работы асинхронной машины	4	Осн.лит. №4,5,6 Доп.лит. №1,2,3	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.
11	Рабочее вращающееся магнитное поле АД. Режимы работы АД	4	Осн.лит. №4,5,6 Доп.лит. №1,2,3	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.
12	Комплексная мощность трехфазного АД	4	Осн.лит. №4,5,6 Доп.лит. №1,2,3	Реферат, Контр.раб.
13	Условие устойчивой работы АД	4	Осн.лит. №4,5,6 Доп.лит. №1,2,3	Реферат, Контр.раб.
14	Универсальная характеристика асинхронной машины	4	Осн.лит. №4,5,6 Доп.лит. №1,2,3	Реферат, Контр.раб.
15	Методы улучшения пускового режима АД	4	Осн.лит. №1,4,6 Доп.лит. №1,2,5	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.
16	Методы регулирования частоты вращения АД	4	Осн.лит. №3,5 Доп.лит. №1,2,3	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.
17	Однофазные двигатели	4	Осн.лит. №3,5 Доп.лит. №1,2,3	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб.

18	Асинхронные машины специального назначения	4	Осн.лит. №3,5 Доп.лит. №1,2,3	Реферат, Контр.раб.
19	Режимы работы синхронной машины	4	Осн.лит. №2,6,7 Доп.лит. №4	Лаб.раб., Реферат, Контр.раб
	Итого	76		

5. Образовательные технологии

При реализации лекционных, практических и лабораторных по данной дисциплине используются активные и интерактивные формы проведения занятий; разбор конкретных ситуаций, проведение семинарных занятий, обсуждение рефератов студентов. Удельный вес занятий, проводимых в интерактивных формах, является целью программы и в целом в учебном процессе составляет 20% аудиторных занятий (30ч.)

6. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно – методического обеспечение самостоятельной работы студентов предусмотрена подготовка студентами рефератов с последующим их обсуждением на семинарских занятиях, вопросы к входной и для текущих контрольных работ, для проверки остаточных знаний студентов, а также, вопросы для проведения зачета по дисциплине.

6.1. Вопросы к входной контрольной работе

- 1.Пояснить алгоритм функционирования системы импульсно-фазового управления С широкими отпирающими импульсами для управляемого выпрямителя по трехфазной мостовой схеме.
2. Что такое характеристика управления вентильного преобразователя? Пояснить алгоритм построения характеристики управления для трехфазной мостовой схемы при активно-индуктивной нагрузке и нагрузке в виде противо-ЭДС.
3. Что такое постоянная времени сквозной цепи вентильного преобразователя? Какие параметры, и каким образом влияют на ее величину?
4. Пояснить переходный процесс включения вентильного преобразователя на статическую противо-ЭДС при номинальном сигнале управления.
5. Пояснить переходный процесс включения вентильного преобразователя на динамическую противо-ЭДС при номинальном сигнале управления.
6. Пояснить переходный процесс включения вентильного преобразователя на статическую противо-ЭДС при динамическом сигнале управления.
7. Назначение обратных связей в вентильных преобразователях.
8. Матричный преобразователь с однократной модуляцией.
9. Матричный преобразователь с синусоидальной ШИМ.

Аттестационная контрольная работа №1

1. Пояснить реакцию вентильного электропривода с обратной связью по току нагрузки на изменения напряжения питающей сети.

2. Пояснить реакцию вентильного электропривода с обратной связью по току нагрузки на изменения момента на валу двигателя.
3. Нарисовать структурную схему упрощенной модели машины постоянного тока для анализа динамических режимов работы. Пояснить алгоритм ее функционирования.
4. Нарисовать эквивалентную схему замещения вентильного электропривода для приближенного анализа динамических режимов при разомкнутом контуре обратной связи по току. Пояснить алгоритм ее функционирования.
5. Пояснить назначение реверсивных вентильных преобразователей, принцип, по которому строятся схемы их силовых цепей, функциональные возможности, которыми они обладают.
6. Что означает “согласованное управление” вентильными комплектами? Каким образом оно осуществляется? С какой целью?
7. Что означает “совместное управление” вентильными комплектами? Каким образом оно осуществляется?
8. Нарисовать внешние и регулировочные характеристики реверсивного преобразователя с совместным управлением. Пояснить их ход.
9. Пояснить влияние угла регулирования на параметры аварийного тока при внешнем коротком замыкании.
10. Пояснить влияние остаточного сопротивления аварийного контура на параметры тока при внешнем коротком замыкании.

Аттестационная контрольная работа №2

1. Схема замещения параллельного инвертора тока. Векторная диаграмма.
2. Схема замещения последовательного инвертора тока. Векторная диаграмма.
3. Схема замещения последовательно-параллельного инвертора тока. Векторная диаграмма.
4. Способы регулирования и стабилизации выходного напряжения параллельного инвертора тока.
5. Трехфазный инвертор тока.
6. Полумостовая схема резонансного инвертора.
7. Схема резонансного инвертора с расщепленной емкостью.
8. Схема резонансного инвертора с нулевым диодом.
9. Применение теории импульсных систем для анализа резонансных инверторов.
10. Способы формирования кривой выходного напряжения инвертора напряжения (ИН).

Аттестационная контрольная работа №3

1. Вертикальная СУ формирования выходного напряжения ИН методом синусоидальной ШИМ.
2. Следящая за выходным током СУ инвертора напряжения.
3. Следящая за выходным напряжением СУ инвертора напряжения.
4. Трехуровневый ИН с синусоидальной ШИМ.
5. Пятиуровневый ИН с синусоидальной ШИМ.
6. Преобразователь постоянного напряжения понижающего типа
7. Реверсивный преобразователь постоянного напряжения.
8. Повышающий преобразователь постоянного напряжения.
9. Повышающий-понижающий преобразователь постоянного напряжения.
10. Преобразователь постоянного напряжения по схеме Кука.

6.2 Вопросы для проверки остаточных знаний.

1. Применение теории временной деформации для гармонического анализа кривой выходного напряжения ИН.
2. Трехфазный мостовой инвертор напряжения. Способы увеличения первой гармоники в выходном напряжении ИН.
3. Матричный преобразователь

4. Пояснить влияние угла регулирования на параметры аварийного тока при внутреннем коротком замыкании.
5. Пояснить влияние сопротивления питающей сети на параметры аварийного тока при внутреннем коротком замыкании.
6. Пояснить алгоритм расчета тепловой загрузки вентиля в режимах аварийных перегрузок.
7. Что такое характеристика управления вентиляльного преобразователя? Пояснить алгоритм построения характеристики управления для трехфазной мостовой схемы при активно-индуктивной нагрузке и нагрузке в виде противо-ЭДС.
8. Что такое постоянная времени сквозной цепи вентиляльного преобразователя? Какие параметры, и каким образом влияют на ее величину?
4. Пояснить переходный процесс включения вентиляльного преобразователя на статическую противо-ЭДС при номинальном сигнале управления.
9. Пояснить переходный процесс включения вентиляльного преобразователя на динамическую противо-ЭДС при номинальном сигнале управления.
10. Пояснить назначение реверсивных вентиляльных преобразователей, принцип, по которому строятся схемы их силовых цепей, функциональные возможности, которыми они обладают.
11. Что означает “согласованное управление” вентиляльными комплектами? Каким образом оно осуществляется? С какой целью?
12. Что означает “совместное управление” вентиляльными комплектами? Каким образом оно осуществляется?
13. Нарисовать внешние и регулировочные характеристики реверсивного преобразователя с совместным управлением. Пояснить их ход.
14. Пояснить влияние угла регулирования на параметры аварийного тока при внешнем коротком замыкании.
15. Трехуровневый ИН с синусоидальной ШИМ.
16. Пятиуровневый ИН с синусоидальной ШИМ.
17. Преобразователь постоянного напряжения понижающего типа
18. Реверсивный преобразователь постоянного напряжения.
19. Повышающий преобразователь постоянного напряжения.
20. Повышающий-понижающий преобразователь постоянного напряжения

6.3 Контрольные вопросы для проведения экзамена

1. Пакет Simlink – 4. Библиотека математических функций
2. Основные характеристики инверторов
3. Пакет Simlink. Нелинейные блоки, источники сигналов
4. Выпрямительный режим работы автономных инверторов
5. Electrical Sources. Источники электрической энергии.
6. Трехфазные автономные инверторы
7. Power Electroniks – библиотека силовых элементов
8. Однофазные автономные инверторы
9. Операции с блоками
10. Энергетические характеристики импульсных источников питания
11. Силовые полупроводниковые диоды
12. Импульсные источники питания постоянного тока
13. Тиристоры.
14. Энергетические характеристики широтно-импульсных преобразователей
15. Полностью управляемые GTO-тиристоры
16. Мостовой широтно-импульсный преобразователь
17. Биполярные транзисторы
18. Непосредственные преобразователи частоты
19. Полевые MOSFET транзисторы
20. Энергетические характеристики управляемых выпрямителей
21. Высшие гармоники первичного тока управляемых выпрямителей и вентильные инверторы.
22. Биполярные IGBT транзисторы
23. Однофазные управляемые выпрямители
24. Вентильные инверторы
25. Одноплечевой ШИП с симметричным законом управления
26. Предельные режимы работы транзисторов
27. Вентильные инверторы
28. Многоуровневые инверторы.
29. Активные фильтры.
30. Передача электроэнергии
31. Повышение качества электроэнергии.
32. Источники бесперебойного питания
33. Нетрадиционные источники энергии.
34. Передача электроэнергии на постоянном токе

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля).

Рекомендуемая литература и источники информации (основная и дополнительная)

и.о.зав. кафедрой

№№	Виды занятий (лк, пз, лб, ср, ирс)	Комплект необходимой учебной литературы по дисциплинам (наименование учебника, учебного пособия, конспект, лек., учебно-методич. литературы)	Автор	Изд-во и год издания	Кол-во пособий, учебников и прочей литературы	
					В библиотеке	На кафедре
1	2	3	4	5	6	7
ОСНОВНАЯ						
1.	Лк., пз.	Основы энергетики. Учебник для вузов	Г.Ф.Быстрицкий	М.:КНОРУС.2011. – 352с.	8	1
2.	Лк., пз.	Основы энергетики. Учебник для вузов	Под редакцией профессоров А.П. Бурмана и В.А. Строева	Москва, Издательский дом МЭИ, 2008г.	10	1
3.	Лк., пз.	Силовая электроника Учебник для вузов	Розанов Ю.К. Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А.	Москва, Издательский дом МЭИ, 2009.	5	1
4.	Лк., пз.	Промышленная электроника. Учебник для вузов	Забродин Ю.С.	М.: Высш. школа, 2005.	5	1
5.	Лк., пз.	Энергетика в современном мире. Учебник для вузов	Фортов В.Е., Попель О.С.	М.: Интеллект, 2011 г. - 168 с.	5	1
6.	Лк., пз.	Силовая электроника. Лабораторные работы на ПК	С. Г. Герман-Галкин	Издательство КОРОНА принт	5	1
7.	Лк., пз.	Ресурсы и эффективность использования возобновляемых источников энергии в России. Учебник для вузов	Безруких П.П., Арбузов Ю.Д., Борисов Г.А. и др.	СПб.: Наука, 2002. - 320 стр.	6	1
11.	Лк., пз.	Теплотехника. Учебники для вузов. Специальная литература	Г. А. Круглов, Р. И. Булгакова, Е. С. Круглова	М.: Лань 2010 г. - 208 с.	8	1
ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ						
12.	Лк., пз.	Возобновляемые источники энергии. Физико-технические основ. Учебное пособие	Альдо Виейра да Роса	М.: изд.дом МЭИ. 2010. – 704с.	5	1
13.	Лк., пз.	Солнечная энергетика. Учебное пособие	В.И.Виссарионов, Г. В. Дерюгина, В.А. Кузнецова, Н.К.Малинин	М.: изд.дом МЭИ, 2008 г. - 276с.	6	1
16.	Лк., пз.	Термодинамические основы циклов теплоэнергетических установок. Учебное пособие	А. А. Александров	М.: Изд. дом МЭИ, 2006 г. -160 стр.	8	1

Сайты

1. <http://www.rosatom.ru> Официальный сайт РОСАТОМ
2. <http://rutracker.org/forum/viewtopic.php?t=1903296> Сборник литературы по атомной энергетике: изд-ва Энергоатомиздат, МИФИ, МГТУ, МЭИ. Данные книги рекомендованы студентам и аспирантам вузов МИФИ, МГТУ, МФТИ и МЭИ.
3. oko-planet.ru > Инфо-справка > Наука Принципы работы электростанций
4. elemo.ru/article Сведения об основных типах электростанций
5. <http://dom-en.ru> Дом энергии - сайт об альтернативных источниках энергии, электростанциях и генераторах

6. <http://elstan.ru/articles> Сайт «Электрические станции»
7. <http://olymp.hydroschool.ru/info/articles/19/> Основы гидроэнергетики
8. Сергеев, Б.С. Силовая полупроводниковая элементная база : учебное пособие / Б.С. Сергеев. — Екатеринбург : , 2018. — 97 с. — ISBN 978-5-94614-450-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121351> (дата обращения: 17.02.2020). — Режим доступа: для авториз. Пользователей
9. Шустов, М.А. Основы силовой электроники / М.А. Шустов. — Санкт-Петербург : Наука и Техника, 2017. — 336 с. — ISBN 978-5-94387-872-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90217> (дата обращения: 17.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Салита, Е.Ю. Силовая электроника : учебное пособие / Е.Ю. Салита. — Омск : ОмГУПС, 2019. — 156 с. — ISBN 978-5-949-41225-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/129209> (дата обращения: 17.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей
11. Белоус, А.И. Полупроводниковая силовая электроника / А.И. Белоус, С.А. Ефименко, А.С. Турцевич. — Москва : Техносфера, 2013. — 216 с. — ISBN 978-5-94836-367-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/73530> (дата обращения: 17.02.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Лабораторные работы выполняются на кафедре ЭЭиВИЭ аудитории №315 с использованием комплекта типового лабораторного оборудования «Силовая электроника – Автономные преобразователи» СЭ1-А-Н-Р и виртуального блоков пакетов SIMULINK и POWER SYSTEM BLOCKSET (пакет MatLab) Занятия проводится в аудиториях, оснащенных современными средствами обучения, в том числе интерактивными досками, плакатами.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО с учетом рекомендаций ООП ВО по направлению **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**, (профиль подготовки «**Электроэнергетические системы и сети**»)

Рецензент от выпускающей кафедры по направлению

Подпись  Агаев У.А.
Ф.И.О.