

УТВЕРЖДАЮ
Директор ИнЭО
_____ Качин С.И.
« ____ » _____ 2014 г.

БАЗОВАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Силовые преобразователи в электроснабжении

Направление ООП 13.03.02 (140400) “Электроэнергетика и электротехника (Электроэнергетика)”

Профиль подготовки Электроснабжение

Квалификация Бакалавр техники и технологии

Базовый учебный план приема 2013 г.

Курс 5 семестр 9

Количество кредитов 6

Код дисциплины БЗ.В1.2

Виды учебной деятельности	Временной ресурс по заочной форме обучения
Лекции, ч	12
Практические занятия, ч	6
Лабораторные занятия, ч	8
Аудиторные занятия, ч	32
Самостоятельная работа, ч	130
ИТОГО, ч	162

Вид промежуточной аттестации экзамен, диф. зачет

Обеспечивающее подразделение кафедра ЭПП

И.О. заведующего кафедрой _____ Завьялов В.М.

Руководитель ООП _____

Преподаватель _____ Муравлев И.О.

2014 г

1. Цели освоения дисциплины

Основными целями дисциплины являются: формирование у студентов прочной теоретической базы по анализу, применению, расчету силовых преобразователей в электроэнергетических системах.

В результате освоения данной дисциплины обеспечивается достижение целей основной образовательной программы «Электроэнергетика и электротехника»; приобретенные знания, умения и навыки позволят подготовить выпускника обладающего общенаучными и инженерными знаниями необходимыми для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем, практическими навыками и компетенциями, гарантирующими высокое качество их подготовки к профессиональной деятельности в области электроэнергетики и электротехники, способного проявлять независимость мышления, творческий подход к решению инженерных проблем связанных с определением параметров и характеристик силовых преобразователей, работать в приоритетных направлениях развития электроэнергетики и электротехники, проявлять высокий профессионализм в решении инженерных проблем в области проектирования силовых преобразователей электрической энергии.

2. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина «Силовые преобразователи в электроснабжении» относится к циклу профессионального вариативного модуля. Она непосредственно связана с дисциплинами общенаучного цикла и профессионального цикла и опирается на освоенные при изучении данных дисциплин знания и умения.

Дисциплине «Силовые преобразователи в электроснабжении» предшествует освоение дисциплин (ПРЕРЕКВИЗИТЫ):

- Теоретические основы электротехники БЗ.Б1

Содержание разделов дисциплины «Силовые преобразователи в электроснабжении» согласовано с содержанием дисциплин, изучаемых параллельно (КОРЕКВИЗИТЫ):

- Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования.
- Системы автоматического управления энергетическими объектами предприятий

3. Результаты освоения дисциплины

В соответствии с требованиями ООП освоение дисциплины «Силовые преобразователи в электроснабжении» направлено на формирование у студентов следующих результатов обучения:

Таблица 1

Составляющие результатов обучения, которые будут получены при изучении данной дисциплины

Результаты обучения	Составляющие результатов обучения					
	Код	Знания	Код	Умения	Код	Владение опытом
P1			У.1.3	выявлять физическую сущность явлений и процессов в устройствах различной физической природы и выполнять применительно к ним простые технические расчеты	В.1.3	анализа физических явлений в электрических устройствах, объектах и системах
P2	3.2.2	состояния и современных тенденций развития технического прогресса в области электротехники и электроэнергетики в индустриально развитых странах				
P3	3.3.2	технических условий проектных разработок простых конструкций электротехнических устройств, объектов электроэнергетики схем электроснабжения городов и предприятий			В.3.1	работы с документацией, стандартами, патентами и другими источниками отечественной и зарубежной научно-технической информации
P4			У.4.1	применять компьютерную технику и информационные технологии в своей профессиональной деятельности	В.4.1	использования современных технических средства и информационных технологий в профессиональной области
P5	3.5.1	инструментария для решения задач проектного и исследовательского характера в сфере профессиональной деятельности по электроэнергетике и электротехнике	У.5.1	рассчитывать режимы работы электроэнергетических и электротехнических установок различного назначения, определять состав оборудования и его параметры, схемы электроэнергетических и электротехнических объектов	В.5.1	использования прикладных программ и средствами автоматизированного проектирования при решении инженерных задач электроэнергетики и электротехники

В результате освоения дисциплины «Силовые преобразователи в электроснабжении» студентом должны быть достигнуты следующие результаты:

Планируемые результаты освоения дисциплины

№ п/п	Результат
РД1	Применять инженерные знания для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
РД2	Уметь формулировать задачи в области силовых преобразователей, анализировать их и решать с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
РД3	Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.
РД4	Уметь планировать и проводить экспериментальные исследования, связанные с определением параметров и характеристик силовых преобразователей, интерпретировать данные и делать выводы.
РД5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.

4. Структура и содержание дисциплины

4.1 Содержание разделов дисциплины

Раздел 1. *Роль и значение силовых преобразователей в современной электротехнике и энергетике*

Роль и значение силовых преобразователей в современной электротехнике и энергетике. Классификация вентильных преобразователей.

Перечень практических работ по разделу:

1. Параметры электрических процессов.

Раздел 2. *Силовые полупроводниковые приборы*

Классификация силовых полупроводниковых приборов (СПП). Характеристики и параметры СПП: диодов, тиристоров. Основы теплового расчета СПП. Групповое соединение полупроводниковых приборов. Способы формирования управляющих сигналов для тиристоров. Способы фазового регулирования тиристорных устройств. Естественная и искусственная коммутация тиристоров, основные схемы искусственной коммутации.

Перечень практических работ по разделу:

2. Вольтамперные характеристики диодов и тиристоров. Схемы замещения силовых полупроводниковых приборов.

3. Расчет потерь в силовых полупроводниковых приборах. Расчет тепловых режимов.

Раздел 3. Преобразователи постоянного напряжения в постоянное напряжение

Преобразователи постоянного напряжения в постоянное напряжение: понижающего типа, повышающего типа; инвертирующего типа.

Перечень практических работ по разделу:

4. Расчет рабочих режимов преобразователей постоянного напряжения в постоянное напряжение.

Раздел 4. Выпрямители

Классификация, принцип действия выпрямителя, работающего на нагрузку различного характера. Силовые выпрямители с нулевой точкой. Физические процессы работы выпрямителя на нагрузку активно-индуктивного характера с питанием от сети соизмеримой мощности. Трехфазный управляемый мостовой преобразователь. Энергетические характеристики. Гармонические составляющие кривых токов и напряжений питающей сети. Качество напряжения, питающего выпрямитель. Специальные схемы выпрямителей с уменьшенными пульсациями выпрямленного напряжения и улучшенным коэффициентом мощности. Компенсированные выпрямители. Инверторный режим управляемого выпрямителя, внешние характеристики. Области применения выпрямителей в системах электроснабжения предприятий.

Перечень практических работ по разделу:

5. Классификация, принцип действия выпрямителя, работающего на нагрузку различного характера.

6. Трехфазный управляемый мостовой преобразователь. Энергетические характеристики. Гармонические составляющие кривых токов и напряжений питающей сети. Качество напряжения, питающего выпрямитель.

7. Инверторный режим управляемого выпрямителя, внешние характеристики.

Перечень лабораторных работ по разделу:

1. Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя.

2. Исследование трехфазного двухполупериодного мостового выпрямителя.

3. Исследование однофазного мостового управляемого выпрямителя.

4. Исследование трехфазного управляемого выпрямителя в режимах выпрямления и инвертирования.

Раздел 5. Регуляторы и коммутаторы переменного напряжения

Основные схемы тиристорных коммутаторов. Характеристики быстродействия и области применения коммутаторов. Способы построения тиристорных усилителей: широтно-импульсная модуляция и фазовое регулирование. Характеристики основных типов усилителей. Фазорегулируемый усилитель с активной нагрузкой. Физические процессы, энергетические характеристики, гармонический состав токов и напряжений. Влияние фазорегулируемого тиристорного преобразователя на питающую сеть.

Перечень практических работ по разделу:

8. Тиристорные однофазные и трехфазные регуляторы переменного напряжения.

9. Расчет тиристорного трехфазного реверсивного пускателя.

Раздел 6. Инверторы и преобразователи частоты

Преобразователи частоты с непосредственной связью и естественной коммутацией. Основные характеристики. Особенности преобразователей частоты с непосредственной связью и искусственной коммутацией вентилей. Выпрямительно-инверторные преобразователи частоты. Автономные инверторы тока и напряжения. Однофазные и трехфазные инверторы. Гармонический состав выходного напряжения автономного инвертора. Частотно-регулируемый электропривод.

Перечень практических работ по разделу:

10. Выпрямительно-инверторные преобразователи частоты. Автономные инверторы тока и напряжения. Однофазные и трехфазные инверторы. Гармонический состав выходного напряжения автономного инвертора.

Перечень лабораторных работ по разделу:

5. Исследование мостового широтно-импульсного преобразователя с симметричным законом управления.

6. Организация и учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

6.1. Виды и формы самостоятельной работы

Самостоятельная работа студентов включает текущую и творческую проблемно-ориентированную самостоятельную работу (ТСР).

Текущая СРС направлена на углубление и закрепление знаний студента, развитие практических умений и включает

- работу с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации по индивидуальному заданию;
- опережающую самостоятельную работу;
- выполнение домашних заданий;
- изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- подбор материала для подготовки реферата (доклада);
- подготовку к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- подготовку к контрольным работам, экзамену.

Творческая самостоятельная работа включает:

- выполнение исследовательской работы и участие в научных студенческих конференциях, и олимпиадах;
- поиск, анализ, структурирование и презентацию информации;
- углубленное исследование вопросов по тематике лабораторных работ.

Задачами выполнения курсового проекта являются:

- систематизация знаний и умений студентов, полученных при изучении специальных дисциплин;
- развитие навыков самостоятельной работы;
- умение работы с технической и справочной литературой и другими информационными источниками;
- практическое применение теоретических знаний при проектировании трехфазного управляемого мостового выпрямителя.

Курсовой проект позволяет проявить творческие навыки, приобрести практический опыт решения инженерных задач, закрепить и усвоить теоретический материал. Вопросы курсового проекта охватывают 70-75% теоретического лекционного материала, практических занятий.

Объем пояснительной записки курсового проекта составляет 30-35 страниц формата А4.

6.2. Содержание самостоятельной работы студентов по дисциплине

6.2.1 Темы, выносимые на самостоятельную проработку:

- Объяснить особенность работы полупроводниковых силовых преобразователей (непрерывный и импульсный режимы работы);
- Привести пример расчета тепловых режимов полупроводниковых приборов;
- Объяснить схемы и принципы работы специальных схем выпрямителей;
- Объяснить особенность работы автономных инверторов напряжения (тока).

6.2.2. Темы курсового проекта

Тема курсового проекта «Расчет режимов работы трехфазного мостового выпрямителя». Выполнение проекта осуществляется в соответствии с выданным заданием, согласно вариантам исходных данных, приведенных в таблице 3.

6.3. Контроль самостоятельной работы

Контроль самостоятельной работы студентов и качество освоения отдельных модулей дисциплины осуществляется посредством:

- результатом ответов на контрольные вопросы;
- аттестацией студентов по результатам посещения лекций, работы на практических занятиях.

7. Средства текущей и промежуточной оценки качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины производится по результатам

следующих контролируемых мероприятий, указанных в таблице 4.

Таблица 3

Варианты исходных данных для курсового проекта «Расчет режимов работы трехфазного мостового выпрямителя»

№	Сопротивление нагрузки r_n [о. е.]	Индуктивное сопротивление фазы питающего трансформатора x_ϕ [о. е.]	Действующее значение фазного напряжения трансформатора [о. е.]	Выпрямленное напряжение фазы вторичной обмотки трансформатора U_d , [В]	Номинальный ток нагрузки выпрямителя, соответствующий расчетному в о.е. I_d , [А]	Количество вкл./час
1.	2.6	0.16	1	380	190	490
2.	2.31	0.17	1	110	230	300
3.	2.32	0.11	1	380	150	220
4.	2.33	0.16	1	220	200	60
5.	2.34	0.2	1	6000	47	75
6.	2.35	0.13	1	660	100	600
7.	2.36	0.13	1	220	127	550
8.	2.37	0.14	1	6000	130	120
9.	2.4	0.11	1	220	250	450
10.	2.31	0.11	1	380	240	330
11.	2.32	0.1	1	110	610	210
12.	2.33	0.16	1	220	490	170
13.	2.34	0.14	1	3000	450	370
14.	2.35	0.11	1	660	785	145
15.	2.5	0.15	1	220	150	200
16.	2.36	0.12	1	380	600	105
17.	2.31	0.18	1	2000	21	340
18.	2.32	0.15	1	220	180	400
19.	2.33	0.1	1	5000	97	270
20.	2.34	0.12	1	220	210	290
21.	2.35	0.11	1	660	159	430
22.	2.36	0.13	1	2000	120	150
23.	2.37	0.09	1	660	1300	60
24.	2.32	0.09	1	220	400	40
25.	2.33	0.1	1	1000	20	550
26.	2.34	0.15	1	220	125	490
27.	2.35	0.09	1	1000	1500	100
28.	2.36	0.1	1	380	700	80
29.	2.4	0.11	1	220	650	90

30.	2.34	0.19	1	3000	20	450
-----	------	------	---	------	----	-----

Таблица 4

Оценка качества освоения дисциплины

Контролирующие мероприятия	Результаты обучения по дисциплине
Защита курсового проекта	РД3, РД4, РД5
Выполнение и защита лабораторных работ и практических заданий	РД1, РД2, РД5
Контрольная работа	РД1, РД2
Презентации по тематике исследований	РД4, РД5
Экзамен	РД1, РД3, РД5

Для оценки качества освоения дисциплины при проведении контролируемых мероприятий предусмотрены следующие средства: (фонд оценочных средств):

Пример задания для контрольной работы №1:

КОНТРОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

«Силовые преобразователи в электроснабжении»

Тема: *Силовые полупроводниковые приборы. Параметры, режимы работы.*

Билет № 1

1. Как определить мощности потерь в силовом полупроводниковом приборе?
2. Привести эквивалентную схему замещения и определить параметры ее элементов диода Д212-10-10.

Пример задания для контрольной работы №2:

КОНТРОЛИРУЮЩИЕ МАТЕРИАЛЫ
по дисциплине

«Силовые преобразователи в электроснабжении»

Тема: *Выпрямители. Регуляторы переменного напряжения.*

Билет № 1

1. Приведите расчетную схему однофазного выпрямителя с нулевым выводом, работающим на активную нагрузку. Привести временные диаграммы его работы и указать расчетные соотношения для определения параметров его выходной электрической энергии.
2. Перечислите (с необходимыми пояснениями) достоинства и недостатки бесконтактных тиристорных пускателей.

8. Рейтинг качества освоения дисциплины

Оценка качества освоения дисциплины в ходе текущей и промежуточной аттестации обучающихся осуществляется в соответствии с «Руководящими материалами по текущему контролю успеваемости, промежуточной и итоговой аттестации студентов Томского политехнического университета», утвержденными приказом ректора № 77/од от 29.11.2011 г.

В соответствии с «Календарным планом изучения дисциплины»:

- текущая аттестация (оценка качества усвоения теоретического материала (ответы на вопросы и др.) и результаты практической деятельности (решение задач, выполнение заданий, решение проблем и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 33 баллов);
- промежуточная аттестация экзамен производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), на экзамене студент должен набрать не менее 22 баллов).

Итоговый рейтинг по дисциплине определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

В соответствии с «Календарным планом выполнения курсового проекта»:

- текущая аттестация (оценка качества выполнения разделов и др.) производится в течение семестра (оценивается в баллах (максимально 40 баллов), к моменту завершения семестра студент должен набрать не менее 22 баллов);
- промежуточная аттестация (защита проекта) производится в конце семестра (оценивается в баллах (максимально 60 баллов), по результатам защиты студент должен набрать не менее 33 баллов).

Итоговый рейтинг по курсовому проекту определяется суммированием баллов, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестаций. Максимальный итоговый рейтинг соответствует 100 баллам.

9. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Основная литература:

1. Лукутин Б.В., Обухов С.Г. Силовые преобразователи в электроснабже-

- нии. Учебное пособие. – Томск, Изд. ТПУ, 2013. – 148 с.
2. Лукутин Б.В., Муравлев И.О. Силовые преобразователи в электропитании. Расчет режимов работы выпрямителя: Методические указания к выполнению курсовой работы для студентов спец. 140211 «Электроснабжение» ИДО / Сост.– Томск: Изд. ТПУ, 2009. – 28 с.
 3. Розанов Ю.К., Рябчицкий М.В., Кваснюк А.А. Силовая электроника. Учебник для вузов. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. - 632 с.
 4. Шутов Е.А., Обухов С.Г. Силовые преобразователи электроэнергии: виртуальный лабораторный практикум. Учебное пособие. – Томск, Изд. ТПУ, 2009. – 60 с.

Дополнительная литература:

1. Забродин Ю.С. Промышленная электроника. – М.: Высш. шк., 1982 – 298 с.
2. Полупроводниковые выпрямители / Под ред. Ф.И. Ковалева и Г.П. Мостковой. Москва, Энергия, 1978. – 148 с.
3. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники: Учеб. пособие. – Изд. 2-е перераб. и доп. – Новосибирск: Изд-во НГТУ, 2003. – 368 с.
4. Руденко В.И. и др. Основы преобразовательной техники. Учебник для ВУЗов, 2-е издание. – Москва, Высшая школа, 1980. – 344 с.
5. Чебовский О.Г. и др. Силовые полупроводниковые приборы. Справочник. – Л.: Энергия, 1985. – 322с.

Internet-ресурсы:

1. <http://gaw.ru/> – сайт ООО «Рынок микроэлектроники» - обзорные статьи;
2. <http://power-e.ru/> - сайт журнала «Силовая электроника» - архив статей;
3. <http://www.kit-e.ru/> - сайт журнала «Компоненты и технологии» - архив статей;
4. <http://www.ixys.com> – сайт компании «IXYS» - силовые полупроводниковые приборы;
5. <http://www.elvpr.ru> - сайт ОАО «Электровыпрямитель» - силовые полупроводниковые приборы;
6. www.irf.ru - сайт компании «International Rectifier» - силовые полупроводниковые приборы;
7. <http://semikron.com/> - сайт компании «Semikron» - силовые полупроводниковые приборы;

Используемое программное обеспечение:

1. Программная среда MATLAB 2010a компании MathWorks.

10. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование (компьютерные классы, учебные лаборатории, оборудование)	Корпус, ауд., количество установок
1	Компьютерные классы: компьютеры на базе Intel Core 2 Duo E4600 – 15 шт.; лицензионные программы.	8 уч. корпус, 119 – 121, 128 ауд.
2	Лекции читаются в учебных аудиториях с использованием технических средств; материал лекций представлен в виде презентаций в Power Point	8 уч. корпус, 201, 301

Программа составлена на основе Стандарта ООП ТПУ в соответствии с требованиями ФГОС по направлению 140400 «Электроэнергетика и электротехника (Электроэнергетика)» подготовки бакалавров; профиль – «Электроснабжение и автоматизация объектов нефтегазовой промышленности».

Программа одобрена на заседании кафедры «Электроснабжение промышленных предприятий» (протокол №__ от ____.____.2014 г.).

Авторы: к.т.н., доцент Муравлев И.О.

Рецензент: д.т.н., доцент Обухов С.Г.