

Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
АМУРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
(ФГБОУ ВО «АмГУ»)

СИЛОВЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКЕ
сборник учебно-методических материалов

для направления подготовки
«Электроэнергетика и электротехника»

Благовещенск, 2017

ББК 65.304.14я73
Э40

*Печатается по решению
редакционно-издательского совета
энергетического факультета
Амурского государственного
университета*

Составитель: Скрипко О.В., Бодруг Н.С.

Силовые преобразователи в электроэнергетике: сборник учебно-методических материалов для направления подготовки «Электроэнергетика и электротехника». – Благовещенск: Амурский гос. Ун-т, 2017.- 13 с.

©Амурский государственный университет, 2017
© Кафедра АППиЭ, 2017
© Скрипко О.В., составитель
© Бодруг Н.С., составитель

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Методические рекомендации к лекционному материалу	5
2. Методические рекомендации к практическим занятиям	7
3. Методические рекомендации к лабораторным занятиям	8
4. Методические указания для самостоятельной работы студентов	10
Список литературы	12

ВВЕДЕНИЕ

Сборник учебно-методических материалов предназначен для студентов, обучающихся по направлению подготовки Электроэнергетика и электротехника, при освоении дисциплины «Силовые преобразователи в электроэнергетике».

Целями освоения дисциплины «Силовые преобразователи в электроэнергетике» является рассмотрение широкого спектра преобразователей электроэнергии, изучение принципов их построения и работы, а также их влияния на режимы работы первичных сетей электроснабжения.

Задачи дисциплины:

- сформировать представления о понятии «силовые преобразователи электроэнергии»;
 - дать общие сведения об технических средствах и характеристиках устройств силовой электроники;
 - дать понятия о принципах функционирования преобразовательной техники;
 - изучить характеристики и структуру выпрямительных и инверторных устройств;
 - сформировать навыки решения технологических и экономических задач выбора источников электропитания и предпочтительного вида электроэнергии;
 - осветить вопросы, связанные с необходимостью применения того или иного преобразовательного устройства в различных областях народного хозяйства;
 - сформировать представления о перспективных направлениях развития полупроводниковой электроники и преобразовательной техники;
 - научить обосновывать экономическую эффективность использования преобразовательных устройств.

Дисциплина «Силовые преобразователи в электроэнергетике» предусмотрена учебным планом. Включает в себя разделы:

1. Режимы работы силовых полупроводниковых приборов
2. Выпрямители
3. Тиристорные регулирующие и коммутирующие устройства
4. Преобразователи частоты

Сборник учебно-методических материалов состоит из разделов:

1. Методические рекомендации к лекционному материалу
2. Методические рекомендации к практическим занятиям
3. Методические рекомендации к лабораторным занятиям
4. Методические указания для самостоятельной работы студентов

1. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛЕКЦИОННОМУ МАТЕРИАЛУ

В ходе лекционных занятий вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации, положительный опыт в ораторском искусстве. Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых делать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Тема 1. Режимы работы силовых полупроводниковых приборов

Содержание темы:

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

Характеристики и параметры силовых полупроводниковых приборов (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.

Тема 2. Выпрямители.

Содержание темы:

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.р.

Тема 3. Тиристорные регулирующие и коммутирующие устройства

Содержание темы:

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.

Тема 4. Преобразователи частоты

Содержание темы:

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. Перспективы применения силовых преобразователей в электроэнергетике.

При подготовке к лекционным занятиям необходимо использовать учебно-методические материалы:

1. Харазов, В.Г. Интегрированные системы управления технологическими процессами./ В.Г.Харазов. учеб.: Изд-во СПб.: Профессия, 2009.-592с.

2. Ступкин В. В. Проектирование интегрированных систем библиотечно-информационного обеспечения научно-инновационной и образовательной деятельности: моногр. В. В. Ступкин. - М. : ГПНТБ России, 2007. - 170 с.

3. Кондаков, А.И. САПР технологических процессов: учеб.: рек. Мин. обр. РФ/ А. И. Кондаков. - М.: Академия, 2007. - 269 с. : рис., табл. - (Высшее проф. образование. Машиностроение). - Библиогр.: с. 266 .

4. Волчкевич, Л.И. Автоматизация производственных процессов: учеб.пособие: доп. УМО/ Л. И. Волчкевич. - 2-е изд., стер. - М. : Машиностроение, 2007. - 380 с. : рис. - (Для вузов). - Библиогр.: с. 378.

2. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Задачей практических или семинарских занятий является изучение методов расчета типовых задач, а также практическое осмысление основных теоретических положений курса. При решении задач обращается внимание на логику решения, на физическую сущность используемых величин, их размерность. Далее проводится анализ полученного решения, результат сопоставляется с реальными объектами, что вырабатывает у студентов инженерную интуицию.

Перед практическим или семинарским занятием необходимо изучить материал, изложенный на лекции и выполнить самостоятельную работу, предусмотренную рабочим планом. Для этого используются: конспект лекций, соответствующие разделы печатных и электронных учебников, ответы на вопросы для самоконтроля знаний. После практического занятия самостоятельно решить рекомендованные задачи.

При решении задач следует:

- определить к какому разделу относится рассматриваемая задача;
- усвоить теоретический материал на изучаемую тему;
- выписать предложенные на лекциях, рекомендованных учебниках и учебных пособиях алгоритмы решения задач на данную тему;
- разобрать задачи, рассмотренные на практических занятиях и имеющиеся в учебниках и пособиях примеры решения задач;
- записать краткое условие задачи;
- определиться с методом решения задачи;
- выписать математическое выражение выбранного метода;
- привести таблицу ответов, полученных величин;
- подготовка к семинару на предложенные темы.

Тематика практических занятий.

Тема 1. Параметры и режимы силовых полупроводниковых приборов.

Тема 2. Режимы работы выпрямителей.

Тема 3. Энергетические характеристики регулирующих и компенсирующих устройств.

Тема 4. Энергоэффективность преобразователей частоты.

Примеры решения задач, задания приведены в методических указаниях:

1. Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : метод. указ. к практ. занятиям по направлению Электроэнергетика и электротехника / АмГУ, Эн. ф. ; сост. Н. С. Бодруг. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2014. - 58 с. – Режим доступа: https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6991.pdf

2. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу. [Электронный ресурс]: Учебные пособия / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. – Электрон. дан. – СПб.: Лань, 2012. – 368 с. – Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3185>

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ К ЛАБОРАТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ

Важной составной частью учебного процесса в вузе являются лабораторные занятия.

Задачей преподавателя при проведении лабораторных работ является грамотное и доступное разъяснение принципов и правил проведения работ, побуждение студентов к самостоятельной работе, определения места изучаемой дисциплины в дальнейшей профессиональной работе будущего специалиста.

Цель лабораторной работы – научить студентов самостоятельно производить необходимые действия для достижения желаемого результата.

Прежде чем приступить к выполнению лабораторной работы, студенту необходимо ознакомиться с теоретическим материалом, соответствующим данной теме.

В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования рабочей программы.

Начиная подготовку к лабораторному занятию, необходимо, прежде всего, указать студентам страницы в конспекте лекций, разделы учебников и учебных пособий, чтобы они получили общее представление о месте и значении темы в изучаемом курсе. Затем следует рекомендовать им поработать с дополнительной литературой, сделать записи по рекомендованным источникам.

Выполнение лабораторной работы целесообразно разделить на несколько этапов:

- формулировка и обоснование цели работы;
- определение теоретического аппарата, применительно к данной теме;
- выполнение заданий;
- анализ результата;
- выводы.

На лабораторных занятиях закрепляются теоретические знания студентов, полученные на лекциях. Предлагается список лабораторных работ. Преподаватель составляет график выполнения работ для каждой бригады (3 человека).

Тематика лабораторных работ.

1. Лабораторная работа № 1. Описание комплекта типового лабораторного оборудования
2. Лабораторная работа № 2. Тестирование базовых логических элементов
3. Лабораторная работа № 3. Сборка и тестирование простейших комбинационных узлов цифровых устройств. Комбинационный узел на основе базовых логических элементов для реализации произвольной логической функции
4. Лабораторная работа № 4. Комбинационные узлы на основе базовых логических элементов для экспериментального подтверждения законов алгебры логики
5. Лабораторная работа № 5. Одноразрядные полусумматор и сумматор

6. Лабораторная работа № 6. Преобразователь кода и дешифратор
7. Лабораторная работа № 7. Мультиплексор и демultipлексор
8. Лабораторная работа № 8. Сборка и тестирование последовательностных узлов цифровых устройств. Триггеры
9. Лабораторная работа № 9. Сборка и тестирование последовательностных узлов цифровых устройств. Счетчики
10. Лабораторная работа № 10. Сборка и тестирование последовательностных узлов цифровых устройств. Регистры

Цель лабораторных работ, применяемое оборудование, краткие теоретические сведения, правила техники безопасности при выполнении лабораторных работ, порядок проведения работы, обработка и анализ эксперимента, план составления отчета, контрольные вопросы приведены в методических указаниях. Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : метод. указ. к лаб. работам для направления подготовки Электроэнергетика и электротехника / АмГУ, Эн. ф. ; сост. Н. С. Бодруг. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. - 80 с. – Режим доступа: https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6966.pdf

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Самостоятельная работа студентов - вид деятельности, при котором в условиях систематического уменьшения прямого контакта с преподавателем студентами выполняются учебные задания. К таким заданиям относятся рефераты, доклады и т.д. При этом специфика самостоятельной работы студентов заключается в том, чтобы студенты самостоятельно получали новые знания. Из этого можно сделать следующий вывод. Самостоятельная работа студентов – это практическое занятие (семинар, практикум) с использованием различных методов обучения с использованием индивидуальных или групповых заданий, на котором студенты могут добывать новые знания, или обобщать ранее полученные знания.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предусматривается в форме выполнения заданий по темам практических занятий, подготовка отчетов по ним.

Самостоятельная работа обучающихся осуществляется в помещениях, оснащенных компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

В процессе обучения используется следующее материально-техническое обеспечение:

1. комплект мультимедийного оборудования (используется на лекционных и практических занятиях);
2. помещения для проведения лекционных и семинарских занятий, оборудованные учебной мебелью;
3. калькуляторы.

Указания при групповой консультации.

Разъяснение является основным содержанием данной формы занятий, наиболее сложных вопросов изучаемого программного материала. Цель – максимальное приближение обучения к практическим интересам с учетом имеющейся информации и является результативным материалом закрепления знаний.

Групповая консультация проводится в следующих случаях:

когда необходимо подробно рассмотреть практические вопросы, которые были недостаточно освещены или совсем не освещены в процессе лекции;
с целью оказания помощи в самостоятельной работе (написание рефератов, выполнение задач, сдача зачета, подготовка к докладу).

Указания студентам по изучению рекомендованной литературы.

Эти методические рекомендации раскрывают рекомендуемый режим и характер различных видов учебной работы (в том числе самостоятельной работы над рекомендованной литературой).

Изучение дисциплины следует начинать с проработки рабочей программы, особое внимание, уделяя целям и задачам, структуре и содержанию курса.

Студентам рекомендуется воспользоваться ЭБС через свой личный кабинет или получить в научной библиотеке университета учебную литературу по дисциплине, необходимую для эффективной работы на всех видах аудиторных занятий, а также для самостоятельной работы по изучению дисциплины.

Успешное освоение курса предполагает активное, творческое участие студента путем планомерной, повседневной работы.

Рекомендуемое учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины прописано в рабочей программе дисциплины «Силовые преобразователи в электроэнергетике».

Указания студентам при подготовке к экзамену.

При подготовке к экзамену необходимо пользоваться списком контрольных вопросов, имеющихся в рабочей программе дисциплины. Ответы на большую часть вопросов можно найти в конспекте лекций. Для успешной сдачи экзамена необходимым условием является выполнение лабораторных работ, поскольку материалы экзаменационных вопросов содержат схожие с данными работами задания.

Формы (вид) самостоятельной работы.

Самостоятельная работа студентов по дисциплине предусматривается в форме:

- выполнения заданий по темам лабораторных занятий;
- проработка лекционного материала;
- выполнение заданий для самостоятельной работы;
- подготовка к проверочным работам;
- подготовка к экзамену.

Методические указания для самостоятельной работы студента: Элементы автоматических устройств [Электронный ресурс] : метод. указ. для самост. работы студентов направления Электроэнергетика и электротехника / АмГУ, Эн. ф. ; сост. Н. С. Бодруг. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2013. - 33 с. – Режим доступа: https://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6967.pdf

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Фролов, Ю.М. Сборник задач и примеров решений по электрическому приводу. [Электронный ресурс] : Учебные пособия / Ю.М. Фролов, В.П. Шелякин. — Электрон. дан. — СПб. : Лань, 2012. — 368 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/3185> — Загл. с экрана.
2. Соколовский, Г.Г. Электроприводы переменного тока с частотным регулированием [Текст] : учеб.: рек. УМО / Г. Г. Соколовский. - М. : Академия, 2006. - 266 с.
3. Ильинский, Николай Федотович. Ильинский Н.Ф., Основы электропривода. [Электронный ресурс] : учеб. пособие — Электрон. дан. — М. : Издательский дом МЭИ, 2007. — 224 с. — Режим доступа: <http://e.lanbook.com/book/72258>
4. Терехов В.М. Системы управления электроприводов [Текст] : учеб.: рек. УМО / В. М. Терехов, О. И. Осипов ; под ред. В. М. Терехова. - М. : Академия, 2005. - 301 с.
5. Браславский И.Я. Энергосберегающий асинхронный электропривод [Текст] : учеб. пособие: рек. УМО / И. Я. Браславский, З. Ш. Ишматов, В. Н. Поляков ; под ред. И. Я. Браславского. - М. : Академия, 2004. - 250 с.
6. Инжиниринг электроприводов и систем автоматизации [Текст] : учеб. пособие: рек. УМО / под ред. В. А. Новикова, Л. М. Чернигова. - М. : Академия, 2006. - 368 с.
7. Электрический привод [Электронный ресурс] : учеб.-метод. комплекс дисц. для спец. 140211.65 / АмГУ, Эн.ф. ; сост. Р. Д. Редозубов. - Благовещенск : Изд-во Амур. гос. ун-та, 2012. - 33 с. - Б. ц. http://irbis.amursu.ru/DigitalLibrary/AmurSU_Edition/6411.pdf
8. Дементьев, Ю. Н. Электрический привод : учебное пособие для академического бакалавриата / Ю. Н. Дементьев, А. Ю. Чернышев, И. А. Чернышев. — 2-е изд. — М. : Издательство Юрайт, 2017. — 223 с. Режим доступа: <https://www.biblio-online.ru/book/590AB9BA-4442-4CED-B9F7-451E5C153662> (ЭБС ЮРАЙТ)

Наталья Сергеевна Бодруг,
старший преподаватель кафедры энергетики ФГБОУ ВО «АмГУ»
Скрипко Ольга Валерьевна,
*профессор кафедры автоматизации производственных процессов и
электротехники ФГБОУ ВО «АмГУ»*

Силовые преобразователи в электроэнергетике

Сборник учебно-методических материалов

Изд-тво АмГУ. Формат 60x84/16.