

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«КАЛИНИНГРАДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»

Б. Л. Геллер

**ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА.
РАЗДЕЛ 2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА**

Учебно-методическое пособие по изучению дисциплины
для студентов направления подготовки бакалавров
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Калининград
Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ»
2023

УДК 621.3 (076)

Рецензент

кандидат технических наук, доцент кафедры энергетики ФГБОУ ВО
«Калининградский государственный технический университет»

И. Е. Кажекин

Геллер, Б. Л.

Промышленная электроника. Раздел 2. Энергетическая электроника: учеб.-метод. пособие по изучению дисциплины для студентов напр. подгот. бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника / **Б. Л. Геллер.** – Калининград: ФГБОУ ВО «КГТУ», 2023. – 20 с.

Учебно-методическое пособие является руководством по изучению дисциплины «Промышленная электроника. Раздел 2. Энергетическая электроника» для обучающихся по направлению подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Список лит. – 4 наименования

Учебно-методическое пособие рекомендовано к изданию в качестве локального электронного методического материала для использования в учебном процессе методической комиссией Института морских технологий, энергетики и строительства 23.12.2022 г., протокол № 04

УДК 621.3 (076)

© Федеральное государственное
бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Калининградский государственный
технический университет», 2023 г.
© Геллер Б. Л., 2023 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1 Содержание дисциплины	8
2 Указания по изучению дисциплины	11
3 Методические указания по выполнению самостоятельной работы	13
4 Литература	17
5 Контроль освоения дисциплины	17
Заключение	19

ВВЕДЕНИЕ

Дисциплина «Промышленная электроника. Раздел 2. Энергетическая электроника» входит в состав образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника».

Целью освоения дисциплины является изучение элементной базы полупроводниковых преобразователей электроэнергии, электромагнитных процессов в устройствах энергетической электроники, принципов управления преобразователями для высокоэффективной эксплуатации, модернизации и проектирования устройств энергетической электроники.

Основные задачи дисциплины заключаются в следующем:

- изучение основных разновидностей силовых полупроводниковых приборов;
- изучение различных типов устройств энергетической электроники, особенностей протекания электромагнитных процессов, областей применения, характеристик и методов расчета;
- формирование знаний, умений и навыков для анализа, проектирования и эксплуатации современной преобразовательной техники.

В соответствии с требованиями основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», обучаемые должны:

Знать:

- основные физические принципы работы силовых преобразовательных устройств, характеристики, особенности конструктивного исполнения, методы обеспечения надежной работы при проектировании;
- принципы построения схем полупроводниковых преобразователей электроэнергии, их разновидности, характеристики и основные расчетные соотношения;

– роль и функции преобразовательной техники в процессах генерации и преобразования электрической энергии, в повышении качества электроэнергии, в энергосбережении.

Уметь:

– проводить анализ процессов в устройствах энергетической электроники;

– рассчитывать параметры устройств энергетической электроники.

Владеть:

– методами расчета электромагнитных процессов, протекающих в полупроводниковых преобразователях электроэнергии;

– методами решения конкретных задач путем выбора оборудования из каталогов или разработки электронных технических средств;

– методами выбора контрольно-измерительных приборов для измерений, анализа научно-технической литературы, моделирования работы устройств энергетической электроники.

Дисциплина изучается в течение 5 семестра.

Для студентов очной формы обучения учебным планом предусмотрены лекции и лабораторные работы.

Контроль текущей успеваемости студентов очной формы обучения осуществляется по результатам защиты отчетов по лабораторным работам.

Критерии оценки текущей успеваемости:

Оценка «отлично» выставляется, если студент активно работает над выполнением задания на лабораторную работу, и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, самостоятельно выполняет задания, знает расчетные соотношения, грамотно формирует отчет по лабораторной работе.

Оценка «хорошо» выставляется, если студент выполняет задания, но при этом требуется помощь преподавателя, допускает неточности, проявляет недостаточное умение построить модель и сопоставить ее работу с теоретическими положениями, не может четко сделать обобщения и выводы, допускает небрежность в подготовке отчета.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент в целом выполнил задания, но требует усиленной помощи преподавателя, при защите отчета дает неполные ответы на вопросы, не может обобщить и сделать четкие логические выводы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент не выполняет задания на лабораторную работу, не знает теоретический материал, не понимает постановки задачи, допускает грубые ошибки в расчетной части, существенно нарушает требования к содержанию отчета.

Для студентов заочной формы обучения учебным планом предусмотрены установочные занятия, лекции и практические занятия. Текущая успеваемость оценивается по результатам работы на практических занятиях. Формой контроля является выполнение практических заданий.

Критерии оценки практического занятия:

Оценка «отлично» выставляется, если студент активно работает в течение всего практического занятия, и показывает при этом глубокое овладение лекционным материалом, знает расчетные соотношения, выполняет все этапы практического задания, получает правильный ответ.

Оценка «хорошо» выставляется, студент активно работает в течение практического занятия, выполняет учебные задания, но в ответах допускает неточности, не может четко сделать обобщения и выводы.

Оценка «удовлетворительно» выставляется в том случае, когда студент обнаруживает знание лекционного материала и учебной литературы, в целом овладел приемами решения задач, но на занятии ведет себя пассивно, дает неполные ответы на вопросы, допускает грубые ошибки при выборе теоретических соотношений и выполнении расчетов, не может обобщить и сделать четкие логические выводы.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется в случае, когда студент не выполняет заданий преподавателя, не знает теоретический материал, не понимает постановки задачи или сути основных расчетных соотношений, допускает грубые ошибки в расчетах.

Формы аттестации по дисциплине – курсовая работа и экзамен.

Требования к содержанию и оформлению курсовой работы изложены в учебно-методическом пособии по выполнению курсовой работы.

При оценке курсовых работ в процессе их защиты учитывается их содержание и ответы студента на вопросы преподавателей.

Оценка «отлично» ставится, если курсовая работа содержит полный объем необходимых расчетов, отсутствуют ошибки, пояснительная записка оформлена в соответствии с требованиями, выводы обоснованы, при защите студент правильно и полно отвечает на вопросы.

Оценка «хорошо» ставится, если курсовая работа содержит необходимые расчеты в соответствии с темой, правильные выводы, но уровень обоснованности результатов недостаточный, или имеются не принципиальные ошибки, при защите студент показывает владение материалом, но не четко формулирует ответы на заданные вопросы.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если результаты в основном верные, но курсовая работа содержит небольшое количество принципиальных ошибок, выводы слабо обоснованы, имеются грубые ошибки в оформлении, при защите студент не дает полных и аргументированных ответов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если содержание работы не соответствует заданию, нарушена последовательность изложения материала, имеются принципиальные ошибки в теоретическом обосновании и расчетах, при защите студент обнаруживает непонимание процессов, происходящих в устройстве энергетической электроники, незнание основных теоретических положений и принципов расчета.

К экзамену допускаются студенты очной формы обучения, успешно выполнившие и защитившие все лабораторные работы, предусмотренные программой обучения. Студенты заочной формы обучения допускаются к экзамену по результатам выполнения практических заданий.

Оценки на экзамене выставляются в соответствии с четырехбалльной шкалой (отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно).

Оценки "отлично" заслуживает студент, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание материала дисциплины, умение свободно выполнять задания, предусмотренные программой, усвоивший основную и знакомый с дополнительной литературой.

Оценки "хорошо" заслуживает студент, обнаруживший систематический характер знаний по дисциплине и способный к их самостоятельному пополнению, успешно выполнивший предусмотренные программой задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную программой.

Оценки "удовлетворительно" заслуживает студент, обнаруживший знание основного материала дисциплины в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справляющийся с выполнением заданий, предусмотренных программой, знакомый с основной литературой, однако допустивший непринципиальные погрешности в ответах.

Оценка "неудовлетворительно" выставляется студенту, обнаружившему принципиальные пробелы в знаниях учебного материала, допустившему грубые ошибки в ответах.

В учебно-методическом пособии содержатся:

- перечень разделов и тем, изучаемых в дисциплине;
- указания по изучению дисциплины;
- методические указания по выполнению самостоятельной работы;
- библиографический список;
- сведения о проведении экзамена и вопросы к экзамену.

1. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Тематический план лекционных занятий:

Введение

Цели и задачи дисциплины, ее место и значение в подготовке квалифицированных технических кадров для электроэнергетики. Содержание

дисциплины, источники информации. Области применения и задачи, решаемые средствами энергетической электроники.

Форма проведения занятия: лекция.

Рекомендуемая литература: [1, с. 3–4], [2, с. 11–16].

Тема 1. Элементная база энергетической электроники

Общее понятие о силовых полупроводниковых приборах, обеспечение их безопасной работы. Основные разновидности силовых полупроводниковых приборов, их характеристики, параметры, конструктивное исполнение, особенности применения, современные тенденции развития. Пассивные компоненты устройств энергетической электроники.

Форма проведения занятий: лекции.

Рекомендуемая литература: [1, с. 5–45], [2, с. 17–93, 119–146], [3, с. 7–36], [4, с. 416–429].

Тема 2. Выпрямители

Схемотехника неуправляемых и управляемых выпрямителей. Электромагнитные процессы при различных видах нагрузки. Коммутация в выпрямителях, внешние характеристики. Гармонический состав выпрямленного напряжения и тока сети. Энергетические показатели выпрямителей.

Форма проведения занятий: лекции и лабораторные работы.

Рекомендуемая литература: [1, с. 46–89], [2, с. 211–261], [3, с. 36–164], [4, с. 430–435].

Тема 3. Ведомые инверторы

Принцип работы ведомого инвертора, типовые схемотехнические решения. Электромагнитные процессы в ведомых инверторах. Основные характеристики и режимы работы ведомого инвертора.

Форма проведения занятий: лекции.

Рекомендуемая литература: [1, с. 90–99], [2, с. 261–277], [4, с. 430–438].

Тема 4. Реверсивные преобразователи

Режимы работы и схемотехника реверсивных преобразователей. Управление реверсивными преобразователями.

Форма проведения занятий: лекции.

Рекомендуемая литература: [1, с. 100–103], [3, с. 165–177].

Тема 5. Автономные инверторы

Принципы работы автономных инверторов, их классификация. Схемотехника однофазных и трехфазных инверторов. Автономные инверторы с широтно-импульсной модуляцией.

Форма проведения занятий: лекции.

Рекомендуемая литература: [1, с. 104–114], [2, с. 346–383].

Тема 6. Преобразователи частоты

Классификация и принципы построения преобразователей частоты. Непосредственные и двухзвенные преобразователи частоты.

Форма проведения занятий: лекции.

Рекомендуемая литература: [1, с. 115–120], [2, с. 278–285, 393–414].

Тема 7. Применение устройств энергетической электроники в электроэнергетике.

Передача электроэнергии постоянным током. Управление мощностью в сетях переменного тока. Повышение качества электроэнергии. Полупроводниковые преобразователи электроэнергии в системах электроснабжения с возобновляемыми источниками энергии.

Форма проведения занятий: лекции.

Рекомендуемая литература: [1, с. 121–133], [2, с. 552–578], [4, с. 373–394, 402–415, 441–461].

1.2 Тематический план лабораторных работ

Лабораторные работы выполняются студентами очной формы обучения. Занятия проводятся в аудитории, оснащенной персональными компьютерами. Форма проведения лабораторных работ – моделирование устройств энергетической электроники в среде программы Multisim.

Темы лабораторных работ:

Лабораторная работа 1. Знакомство с системой Multisim.

Лабораторная работа 2. Исследование однофазного однополупериодного выпрямителя при работе на активную нагрузку.

Лабораторная работа 3. Исследование однофазного двухполупериодного выпрямителя при работе на активную нагрузку.

Лабораторная работа 4. Исследование трехфазного выпрямителя при работе на активную нагрузку.

Лабораторная работа 5. Исследование однофазного однополупериодного управляемого выпрямителя при работе на активную нагрузку.

Лабораторная работа 6. Исследование однофазного двухполупериодного управляемого выпрямителя при работе на активную нагрузку.

Лабораторная работа 7. Исследование трехфазного управляемого выпрямителя при работе на активную нагрузку.

Лабораторная работа 8. Исследование выпрямителей при работе на активно-индуктивную нагрузку.

Лабораторная работа 9. Исследование внешней характеристики выпрямителя.

2.3 Тематический план практических занятий

Практические занятия проводятся со студентами заочной формы обучения. Тема практических занятий – расчет характеристик процессов, происходящих в неуправляемых и управляемых выпрямителях и инверторах.

2. УКАЗАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

При изучении дисциплины студентам целесообразно выполнять следующие рекомендации.

1. Главным условием для успешного освоения дисциплины «Промышленная электроника. Раздел 2. Энергетическая электроника» является хорошее знание теоретических основ электротехники. Особенное значение приобретают такие разделы как «Периодические несинусоидальные токи в линейных электрических цепях» и «Нелинейные электрические цепи

переменного тока», так как работа силовых полупроводниковых ключей предопределяет несинусоидальные процессы и нелинейный характер нагрузки.

2. Для понимания процессов в устройствах энергетической электроники совершенно необходимо знание основных типов силовых полупроводниковых тиристоров. Помимо таких основных сведений как предельные параметры, входные, проходные и выходные характеристики, следует уяснить преимущественные области применения приборов, их частотные свойства, перегрузочную способность, методы защиты и схемы защитных цепей, влияние режимов эксплуатации на нагрев и методы охлаждения.

3. Особенность заочной формы обучения, проходящей в основном в режиме самоподготовки, без непосредственного участия преподавателя, предполагает самостоятельное изучение дисциплины, работу со справочной литературой, выполнение, оформление и защиту курсовой работы, подготовку к экзамену. Для хорошего усвоения материала нужна систематическая работа с учебной и методической литературой. Нельзя приступать к изучению последующих разделов, не усвоив предыдущих. Для теоретической подготовки следует использовать только рекомендованные, проверенные временем и изданные в авторитетных издательствах учебники и учебные пособия.

4. Сложные разделы полезно законспектировать, при этом излагая материал своими словами, что способствует лучшему пониманию и запоминанию. Хорошим методом контроля усвоения материала являются ответы на вопросы для самопроверки. Рекомендуется также самостоятельно проделать вывод основных соотношений, что не представит принципиальной проблемы, так как используются типовые математические преобразования.

5. При изучении устройств энергетической электроники главное внимание следует уделять разбору физических процессов, происходящих в цепях преобразовательных устройств. Совершенно необходимо научиться правильно воспроизводить временные диаграммы напряжения и токов в характерных точках цепей базовых преобразовательных устройств. Важно также владеть математическими методами, используемыми при анализе процессов и

расчете характеристик. Первоочередное значение имеют такие разделы математики, как векторная алгебра, комплексные числа, дифференцирование и интегрирование функций одной и нескольких переменных, ряды Фурье, дифференциальные уравнения.

6. Изучение дисциплины должно вестись систематически. Нельзя приступать к изучению последующих разделов, не усвоив предыдущих.

7. Для теоретической подготовки следует использовать в первую очередь учебные и учебно-методические пособия, изданные в КГТУ, однако нельзя ограничиваться только ими. Необходимо дополнительно использовать рекомендованные источники. Студент должен развивать навыки самостоятельной работы с технической литературой, что предполагает умение привлекать дополнительные источники. Рекомендуется использовать только рекомендованные, проверенные временем и изданные в авторитетных издательствах учебники и учебные пособия.

8. Важную роль играют лабораторные занятия. Экспериментальное исследование устройств энергетической электроники, проводимое в среде компьютерного моделирования, дает возможность непосредственно наблюдать явления и процессы, теория которых излагается в учебниках и на лекциях. Компьютерные модели позволяют гибко изменять параметры устройств, исследовать разнообразные режимы (в том числе аварийные), проявлять творческий подход к выбору инструментария исследования. Поэтому студент должен активно участвовать в выполнении всех лабораторных работ.

3. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

3.1 Общие положения о самостоятельной работе

Самостоятельная работа студентов – выполняемая студентами в аудиторное и внеаудиторное время учебная деятельность, методически организованная преподавателем, без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа студентов является обязательной неотъемлемой частью образовательного процесса.

Цели самостоятельной работы:

- систематизация, углубление, расширение и закрепление полученных теоретических знаний и практических умений и навыков обучающихся;
- формирование умений использовать нормативную, справочную документацию, учебную и специальную литературу;
- развитие познавательных способностей и активности, творческой инициативы, самостоятельности, ответственности, организованности;
- формирование самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, совершенствованию и самоорганизации;
- формирование профессиональных компетенций;
- развитие исследовательских умений.

Самостоятельная работа студентов в данной дисциплине реализуется в виде внеаудиторной самостоятельной работы – планируемой учебной деятельности студентов, выполняемой ими вне аудиторных занятий, самостоятельно, по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия. Внеаудиторная самостоятельная работа включает следующие формы:

- подготовка к лекциям;
- подготовка к лабораторным занятиям;
- конспектирование источников;
- работа с электронными ресурсами;
- чтение учебной литературы, конспектов лекций;
- подготовка и написание курсовой работы;
- подготовка к экзамену.

Задачи преподавателя по организации самостоятельной работы студента заключаются в следующем:

- информирование о разделах дисциплины, которые будут изучены самостоятельно;

- информирование о формах самостоятельной работы, сроках выполнения и формах контроля;
- разработка и выдача заданий для самостоятельной работы;
- проведение консультаций по вопросам выполнения заданий;
- контроль хода выполнения и результатов самостоятельной работы.

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в процессе изучения дисциплины, а также в период проведения текущих консультаций.

Используются следующие формы контроля самостоятельной работы:

- устные опросы;
- проверка отчетов по лабораторным работам;
- проверка курсовой работы;
- прием экзамена.

3.2 Методические рекомендации по отдельным формам самостоятельной работы

Самостоятельная работа с литературой

Самостоятельная работа с учебниками, книгами, статьями является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того насколько осознана читающим собственная внутренняя установка при обращении к источнику (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность обучения.

Выделяют четыре основные установки в чтении специальной литературы:

- информационно-поисковая (найти, выделить искомую информацию);
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения, излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений);
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему);
- творческая (создает готовность в том или ином виде использовать суждения автора, ход его мыслей, дополнить их, подвергнуть проверке).

Основным видом систематизированной записи прочитанного является конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного. Конспект позволяет всесторонне охватить содержание материала. Читая и конспектируя тот или иной раздел источника, необходимо твердо усвоить основные определения электрических величин и понятий, те закономерности, которыми определяется связь и зависимость одних величин от других. Формулировки основных законов и методику вывода их математических выражений надо знать на память.

Особенно настоятельно рекомендуется выполнять рукописное изложение пройденного материала в ходе изучения сложных вопросов: записать в тетрадь определения, выводы формул, начертить схемы, графики. Хорошим методом контроля усвоения материала являются ответы на вопросы для самопроверки.

Подготовка к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторному занятию обучающемуся необходимо изучить лекционный материал по заданной теме, рекомендованную основную и дополнительную литературу; запомнить определения базовых понятий по выполняемой работе; соотнести теоретический материал по осваиваемой теме с теоретическим материалом по ранее изученным темам осваиваемого курса; также выполнить задания, рекомендованные для самостоятельного решения при подготовке к занятию.

Подготовка к экзамену

Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач.

Основная задача подготовки к экзамену – устранить пробелы теоретических знаний, систематизировать знания, полученные в ходе освоения курса, осмыслить их практическое применение. Обучающимся рекомендуется использовать предэкзаменационную консультацию, которая будет проведена экзаменатором перед проведением экзамена по итогам курса, для устранения

затруднений в подготовке к экзамену, для обсуждения с экзаменатором порядка проведения экзамена, требований к ответу.

4. ЛИТЕРАТУРА

1. Геллер Б.Л. Энергетическая электроника: учебное пособие. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ», 2020. – 137 с.

2. Розанов Ю.К. Силовая электроника: учебник для вузов / Ю.К. Розанов, М.В. Рябчицкий, А.А. Кваснюк. 2е изд., стереотипное. – М.: Издательский дом МЭИ, 2009. – 632 с.

3. Полупроводниковые выпрямители. Под ред. Ф. И. Ковалева и Г. П. Мостковой. – М.: Энергия, 1978. – 448 с.

4. Основы современной энергетики: учебник для вузов: в 2 т. / под общ. ред. Е.В. Аметистова. – 5-е изд., стер. – М.: Издательский дом МЭИ, 2010. Том 2. Современная электроэнергетика / под ред. А.П. Бурмистрова и В.А. Строева. – 362 с.

5. КОНТРОЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Форма проведения экзамена, содержание заданий

Экзамен проводится в устной форме по билетам. Каждый билет содержит два теоретических вопроса.

На экзамене не допускается использование вспомогательных материалов (книги, конспекты, записи), а также средств мобильной связи.

5.2 Вопросы к экзамену

1. Принципы работы основных видов полупроводниковых приборов
2. Силовые диоды
3. Силовые транзисторы
4. Силовые тиристоры
5. Сравнение силовых полупроводниковых ключей и современные тенденции их развития

6. Безопасные режимы и защита силовых полупроводниковых приборов
7. Конструкция и охлаждение силовых полупроводниковых приборов
8. Электромагнитные пассивные компоненты силовой электроники
9. Емкостные пассивные компоненты силовой электроники
10. Однофазные неуправляемые выпрямители при работе на активную нагрузку
11. Трехфазные неуправляемые выпрямители при работе на активную нагрузку
12. Управляемые выпрямители при работе на активную нагрузку
13. Работа выпрямителя на активно-емкостную нагрузку
14. Работа выпрямителя на активно-индуктивную нагрузку
15. Работа выпрямителя на противо-ЭДС
16. Многомостовые выпрямители
17. Гармонический состав выпрямленного напряжения
18. Коммутация в выпрямителях
19. Внешняя характеристика выпрямителя
20. Влияние выпрямителей на сеть переменного тока
21. Ведомые инверторы: принцип работы, схемы, управление
22. Характеристики и режимы работы ведомого инвертора
23. Автономные инверторы тока и напряжения: принцип работы
24. Трехфазные тиристорные автономные инверторы
25. Автономные инверторы с широтно-импульсной модуляцией
26. Непосредственные преобразователи частоты
27. Двухзвенные преобразователи частоты
28. Управление мощностью в сетях переменного тока средствами силовой полупроводниковой электроники
29. Улучшение гармонического состава потребляемого тока средствами силовой полупроводниковой электроники
30. Силовые полупроводниковые преобразователи в системах электроснабжения с возобновляемыми источниками электроэнергии

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение устройств энергетической электроники показывает, что ее применение оказывают существенное влияние на протекание электромагнитных процессов в электрических цепях силового промышленного оборудования, и, в результате, на характеристики этого оборудования. Появляется возможность значительного улучшения экономических характеристик нагрузок, качества электроэнергии, управляемости оборудования. Все рассматриваемые в ходе изучения дисциплины устройства энергетической электроники имеют как самостоятельное применение в электроприводе, электротехнологии, энергетике, так и могут использоваться в составе сложных промышленных комплексов или как составные части других устройств энергетической электроники.

Выполнение приведенных в данном учебно-методическом пособии рекомендаций позволит более качественно усвоить материал дисциплины «Промышленная электроника. Раздел 2. Энергетическая электроника», выполнить все лабораторные работы и практические задания, успешно сдать экзамен по дисциплине.

Локальный электронный методический материал

Борис Львович Геллер

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭЛЕКТРОНИКА.
ЧАСТЬ 2. ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА

Редактор И. Голубева

Уч.-изд. л. 1,2. Печ. л. 1,2.

Издательство федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего образования
«Калининградский государственный технический университет».
236022, Калининград, Советский проспект, 1