

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ
филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения
высшего образования «Мурманский арктический государственный университет»
в г. Апатиты

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Б1.В.ОД.13 Силовая электроника

(название дисциплины (модуля) в соответствии с учебным планом)

основной профессиональной образовательной программы
по направлению подготовки

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
направленность (профиль) «Электропривод и автоматика»

(код и наименование направления подготовки
с указанием направленности (профиля))

высшее образование – бакалавриат

уровень профессионального образования: высшее образование – бакалавриат / высшее образование –
специалитет, магистратура / высшее образование – подготовка кадров высшей квалификации

бакалавр

квалификация

заочная

форма обучения

2015

год набора

Составитель:
Кириллов И.Е. доцент кафедры физики
биологии и инженерных технологий

Утверждено на заседании кафедры физики,
биологии и инженерных технологий
(протокол № 1 от «24» января 2017 г.)

Зав. кафедрой



Николаев В.Г.

1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) –

Целью преподавания дисциплины является изучение методов построения, функционирования и расчета типовых аналоговых, импульсных и цифровых электронных устройств, а также основных схем преобразователей.

Задачей дисциплины является приобретение навыков практического применения средств силовой электроники для управления системами электроприводов.

В результате изучения дисциплины студент должен **знать**:

- принципы работы, параметры и области применения аналоговых, импульсных и цифровых электронных устройств;
- основные схемы силовых преобразователей, принципы работы и методы их расчета.

Студент, освоивший данную дисциплину, должен **уметь**:

- выбрать элементную базу и обосновать структуру электронного устройства;
- произвести приближенные расчеты параметров основных узлов или электронных устройств в целом.

При этом студент должен **владеть**:

методикой экспериментального исследования устройств преобразовательной техники и быть знаком с современной электронной измерительной аппаратурой.

2. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

способностью применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач (ОПК-2);

способностью участвовать в планировании, подготовке и выполнении типовых экспериментальных исследований по заданной методике (ПК-1)

готовностью определять параметры оборудования объектов профессиональной деятельности (ПК-5).

3. УКАЗАНИЕ МЕСТА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Данная дисциплина относится к базовой части образовательной программы по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника направленность (профиль) «Электропривод и автоматика»

Дисциплина базируется на знаниях, полученных студентом при изучении основных законов физики, высшей математики, теоретических основ электротехники, физических основ электроники.

В свою очередь усвоение дисциплины «Силовая электроника» послужит базой для изучения специальных дисциплин: «Электрический привод», «Автоматизация и системы автоматизации промышленных технологий».

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В ЗАЧЕТНЫХ ЕДИНИЦАХ С УКАЗАНИЕМ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ, ВЫДЕЛЕННЫХ НА КОНТАКТНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ПРЕПОДАВАТЕЛЕМ (ПО ВИДАМ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ) И НА САМОСТОЯТЕЛЬНУЮ РАБОТУ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц или 216 часа.
(из расчета 1 ЗЕТ= 36 часов).

Курс	Семестр	Трудоёмкость в ЗЕТ	Общая трудоёмкость (час.)	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интер-активной форме	Кол-во часов на СРС	Курсовые работы	Кол-во часов на контроль	Форма контроля
				ЛК	ПР	ЛБ						
2	2	5	180	4		8	12	2	168	-	-	
2	3	1	36						27	-	9	экзамен
Итого:		6	216	4		8	12	2	168	-	9	экзамен

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ, СТРУКТУРИРОВАННОЕ ПО ТЕМАМ (РАЗДЕЛАМ) С УКАЗАНИЕМ ОТВЕДЕННОГО НА НИХ КОЛИЧЕСТВА АКАДЕМИЧЕСКИХ ИЛИ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ЧАСОВ И ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ

№ п/п	Наименование раздела, темы	Контактная работа			Всего контактных часов	Из них в интерактивной форме	Кол-во часов на СРС
		ЛК	ПР	ЛБ			
1.	Дифференциальные и операционные усилители	0,3		0,6	0,9		12,9
2.	Импульсные устройства	0,3		0,6	0,9		12,9
3.	Логические и цифровые устройства	0,3		0,6	0,9		12,9
4.	Маломощные электронные источники питания	0,3		0,6	0,9		12,9
5.	Выпрямители. Общие положения. Характеристики вентилях. Классификация выпрямителей	0,3		0,6	0,9		12,9
6.	Неуправляемые трехфазные выпрямители. Работа выпрямителя на активную и индуктивную нагрузку. Особенности работы трансформатора с выпрямительным устройством	0,3		0,6	0,9		12,9
7.	Управляемые выпрямители. Трехфазные управляемые выпрямители. Работа выпрямителя на активную и активно-индуктивную нагрузку. Основные расчетные соотношения. Режимы работы выпрямителей	0,3		0,6	0,9		12,9

8.	Коммутация выпрямителей и энергетические показатели выпрямителей. Влияние индуктивного сопротивления рассеяния трансформатора на работу выпрямителей. Внешние характеристики выпрямителей. Работа выпрямителей на противо-э.д.с. Коэффициента мощности, потери и КПД выпрямителей	0,3		0,6	0,9		12,9
9.	Принцип работы выпрямителей в режиме зависимого инвертора, внешние характеристики зависимого инвертора. Реверсивные схемы управляемых выпрямителей для питания двигателей постоянного тока	0,3		0,6	0,9		12,9
10.	Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока (ШИПТТ)	0,3		0,6	0,9		12,9
11.	Классификация преобразователей частоты. Автономные инверторы. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока	0,3		0,6	0,9	0,1	12,9
12.	Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). Преобразователи частоты с естественной коммутацией. Непосредственные преобразователи частоты с принудительной коммутацией	0,3		0,6	0,9	0,9	12,9
13.	Принцип построения систем управления управляемыми выпрямителя, автономными инверторами, преобразователями частоты. Элементы схем управления	0,4		0,8	1,2	1	13,2
	Итого:	4		8	12		168
	экзамен	9					

Содержание разделов дисциплины

ТЕМА 1. ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ И ОПЕРАЦИОННЫЕ УСИЛИТЕЛИ.

Непосредственная связь между усилительными каскадами. Дрейф нуля. Симметричные и несимметричные дифференциальные усилители. Операционные усилители (ОУ). Принципиальные схемы ОУ. Типовые операционные схемы. Параметры ОУ. Активные RC- фильтры.

ТЕМА 2. ИМПУЛЬСНЫЕ УСТРОЙСТВА.

Преимущества передачи информации в виде импульсных сигналов. Основные характеристики импульсных сигналов. Ключевой режим работы транзистора. Интегральные ключи. Нелинейный режим работы операционного усилителя, принцип действия. Разновидности мультивибраторов. Генераторы линейно изменяющихся напряжений.

ТЕМА 3. ЛОГИЧЕСКИЕ И ЦИФРОВЫЕ УСТРОЙСТВА.

Программа. Общие сведения о логических ИМС. Основы алгебры логики. Логические ИМС, их классификация, основные параметры. Базовые логические ИМС на основе биполярных и МДП-транзисторных структур. Интегральные RS -, Д-, Т -, УК - триггеры. Микроэлектронные цифровые узлы и устройства, работа, назначение, области применения.

Цифро-аналоговые и аналого-цифровые преобразователи, принцип действия, параметры, области применения.

Микропроцессоры и микро-ЭВМ, их архитектура, интерфейс, работа, области применения.

ТЕМА 4. МАЛОМОЩНЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ.

Основные схемы выпрямителей однофазного переменного тока. Сглаживающие фильтры. Параметрические и компенсационные стабилизаторы постоянного тока и напряжения. Интегральные источники питания. Источники питания с многократным преобразованием энергии.

ТЕМА 5. ВЫПРЯМИТЕЛИ. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ. ХАРАКТЕРИСТИКИ ВЕНТИЛЕЙ. КЛАССИФИКАЦИЯ ВЫПРЯМИТЕЛЕЙ.

Роль силовых преобразовательных устройств в современных электроприводах постоянного и переменного тока; характеристики силовых полупроводниковых вентиляей, диодов, тиристоров, двухоперационных тиристоров, симисторов. Вольтамперные характеристики этих приборов и основные параметры, определяющие их свойства. Характеристики и параметры цепей управления управляемыми вентилями. Применение силовых преобразовательных устройств для цепей электроприводов постоянного и переменного тока. Классификация выпрямительных устройств по основным признакам, блок-схема выпрямителей.

ТЕМА 6. Неуправляемые трехфазные выпрямители. Работа выпрямителя на активную и индуктивную нагрузку. Особенности работы трансформатора с выпрямительным устройством.

Неуправляемые трехфазные выпрямители, выполненные по одноконтурной и двухконтурной схемам. Диаграммы напряжений и токов на элементах схемы. Расчет параметров выпрямителя для активной и активно-индуктивной нагрузки. Выбор вентиляей по току и напряжению. Особенности работы трансформатора в схеме одноконтурного выпрямителя, учет некомпенсированных постоянных по величине магнитодвижущих сил, вызывающих поток вынужденного подмагничивания.

ТЕМА 7. Управляемые выпрямители. Трехфазные управляемые выпрямители. Работа выпрямителя на активную и активно-индуктивную нагрузку. Основные расчетные соотношения. Режимы работы выпрямителей.

Трехфазные управляемые выпрямители. Работа выпрямителей на активную и индуктивную нагрузку. Основные расчетные соотношения. Пульсация напряжения на выходе выпрямителя.

Работа трехфазных одноконтурных и двухконтурных управляемых выпрямителей. Принцип регулирования выходного напряжения при помощи изменений угла управления. Основные соотношения, определяющие среднее и действующее значения токов преобразователя, среднее значение выпрямленного напряжения на выходе выпрямителя. Режимы работы и зоны прерывистых токов выпрямителей в зависимости от характера нагрузки и угла управления. Регулировочная характеристика преобразователя и влияние на нее характера нагрузки.

ТЕМА 8. Коммутация выпрямителей и энергетические показатели выпрямителей. Влияние индуктивного сопротивления рассеяния трансформатора на работу выпрямителей. Внешние характеристики выпрямителей. Работа выпрямителей на противо-э.д.с. Коэффициента мощности, потери и КПД выпрямителей.

Влияние индуктивного сопротивления рассеяния трансформатора на работу выпрямителей. Внешние характеристики выпрямителей. Работа выпрямителей на двигательную нагрузку. Коэффициенты мощности, потери и к.п.д. выпрямителей.

Явление коммутации вентилей выпрямителя, влияние на угол коммутации индуктивного сопротивления рассеяния трансформатора, величины тока нагрузки, величины напряжения вторичной обмотки трансформатора. Характер внешних характеристик для управляемого и неуправляемого выпрямителей. Работа выпрямителя на противо-э.д.с. Влияние противо-э.д.с. двигателя на зону прерывистых токов и на характер внешних характеристик выпрямителя. Энергетические показатели выпрямителей.

ТЕМА 9. Принцип работы выпрямителей в режиме зависимого инвертора, внешние характеристики зависимого инвертора. Реверсивные схемы управляемых выпрямителей для питания двигателей постоянного тока.

Работа управляемых выпрямителей в режиме зависимого инвертора. Инвертирование тока. Коммутация в зависимых инверторах. Внешняя характеристика зависимого инвертора. Реверсивные схемы управляемых преобразователей постоянного напряжения для питания двигателей постоянного тока.

Особенности коммутации вентилей в зависимом инверторе и характер внешних характеристик инвертора. Принципы построения и работы реверсивных схем выпрямителей, выполненных по встречно-параллельной и перекрестной схеме. Особенности согласованного и отдельного управления группами выпрямителя, влияние типа управления на внешние характеристики реверсивного выпрямителя, а значит и на механические характеристики машины постоянного тока, подключенной к выпрямителю. Причины возникновения уравнивающих токов и влияние на них параметров выпрямителей.

ТЕМА 10. Широтно-импульсные преобразователи постоянного тока (ШИПТ).

Классификация преобразователей. Принципы регулирования напряжения. Методы расчета элементов коммутирующего узла широтно-импульсных преобразователей.

Принципы работы и основные способы регулирования выходного напряжения ШИПТ. Классификация широтно-импульсных преобразователей (область применения преобразователей в горной промышленности). Расчет элементов коммутирующего узла (КУ) преобразователя для разных схемных решений ШИПТ в различных режимах работы. Характер внешних характеристик для параллельных и последовательных схем ШИПТ.

ТЕМА 11. Классификация преобразователей частоты. Автономные инверторы. Преобразователи частоты со звеном постоянного тока.

Автономные инверторы тока и напряжения и преобразователи частоты со звеном постоянного тока. Принцип действия последовательного резонансного автономного инвертора. Инверторы тока и напряжения. Классификация преобразователей частоты со звеном постоянного тока. Принцип регулирования напряжения преобразователей частоты. Преобразователи частоты с пофазной, междуфазной и индивидуальной коммутацией.

ТЕМА 12. Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ). Преобразователи частоты с естественной коммутацией. Непосредственные преобразователи частоты с принудительной коммутацией.

Непосредственные преобразователи частоты с уравнивающими реакторами и с программным управлением. Непосредственные преобразователи частоты с принудительной коммутацией. Форма выходного напряжения преобразователей и влияние ее на характеристики выпрямителя. Преобразователи частоты на двухоперационных тиристорах.

ТЕМА 13. Принцип построения систем управления управляемыми выпрямителя, автономными инверторами, преобразователями частоты. Элементы схем управления.

Схемы управления вентильными преобразователями. Принципы построения систем управления для выпрямителей, инверторов, широтно-импульсных преобразователей, преобразователей частоты. Элементы систем управления.

6. ПЕРЕЧЕНЬ УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ, НЕОБХОДИМОГО ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Основная литература:

1. Рекус, Г.Г. Основы электротехники и электроники в задачах с решениями : учебное пособие / Г.Г. Рекус. - Москва : Директ-Медиа, 2015. - 344 с. - ISBN 978-5-4458-5752-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233698>

Дополнительная литература:

2. Герасимов, А. Судовая электроника и силовая преобразовательная техника : конспект лекций / А. Герасимов, М. Сандлер ; Министерство транспорта Российской Федерации, Московская государственная академия водного транспорта. - Москва : Альтаир : МГАВТ, 2015. - 108 с. : ил., схем. - Библиогр. в кн. ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=430511>

3. Фомин, Д.В. Основы компьютерной электроники : учебное пособие / Д.В. Фомин. - Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2015. - 108 с. : ил., схем., табл. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-4475-2482-1 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259075>

7 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

В образовательном процессе используются:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (мебель аудиторная (столы, стулья, доска аудиторная), комплект мультимедийного оборудования, включающий мультимедиапроектор, экран, переносной ноутбук для демонстрации презентаций; учебно-наглядные пособия; обеспечивающие тематические иллюстрации);

- помещения для самостоятельной работы (оснащены компьютерными столами, стульями, доской аудиторной, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета);

- помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (оснащены наборами инструментов, оборудованием, расходными материалами для монтажа, ремонта и обслуживания информационно-телекоммуникационной сети филиала и вычислительной техники);

- лаборатория информационных технологий (оснащена компьютерными столами, стульями, мультимедийным проектором, экраном проекционным, компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета).

7.1 ПЕРЕЧЕНЬ ЛИЦЕНЗИОННОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

1. Microsoft Windows.
2. Microsoft Office / LibreOffice.

7.2 ЭЛЕКТРОННО-БИБЛИОТЕЧНЫЕ СИСТЕМЫ

ЭБС «Издательство Лань»[Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Издательство Лань». – Режим доступа: <https://e.lanbook.com/>;

ЭБС «Электронная библиотечная система ЮРАЙТ» [Электронный ресурс]: электронная библиотечная система / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>;

ЭБС «Университетская библиотека онлайн»[Электронный ресурс]: электронно-периодическое издание; программный комплекс для организации онлайн-доступа к лицензионным материалам / ООО «НексМедиа». – Режим доступа: <https://biblioclub.ru/>.

7.3 СОВРЕМЕННЫЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ БАЗЫ ДАННЫХ

1. Электронная база данных Scopus.

7.4 ИНФОРМАЦИОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ СИСТЕМЫ

1. Справочно-правовая информационная система Консультант Плюс
<http://www.consultant.ru/>

2. Электронный справочник "Информо" для высших учебных заведений
<http://www.informio.ru/>

8. ИНЫЕ СВЕДЕНИЯ И МАТЕРИАЛЫ НА УСМОТРЕНИЕ ВЕДУЩЕЙ КАФЕДРЫ

Не предусмотрено.

9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ ДЛЯ ЛИЦ С ОВЗ

Для обеспечения образования инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья реализация дисциплины может осуществляться в адаптированном виде, с учетом специфики освоения и дидактических требований, исходя из индивидуальных возможностей и по личному заявлению обучающегося.