

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Сибирский государственный индустриальный университет»
Кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники

УТВЕРЖДАЮ
Директор института
информационных технологий и
автоматизированных систем
_____ Л.Д. Павлова
подпись
« ____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Энергетическая электроника

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»
(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

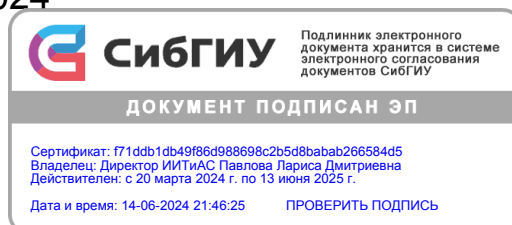
Квалификация выпускника
Бакалавр

Форма обучения
Очная форма

Срок обучения: 4 года

Год начала подготовки 2024

Новокузнецк
2024



1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- сформировать у студентов представления о энергетической электронике и полупроводниковых устройствах преобразования электрической энергии, а также об области силовой электроники в целом.

Задачами учебной дисциплины являются:

- получение представлений о классификации устройств преобразовательной техники;
- изучение типовых технических решений и примеры схем устройств преобразовательной техники;
- определение требований и характеристик преобразовательных устройств;
- использование методов расчета электрических схем преобразователей;
- приобретение умений выбирать, проектировать, налаживать и эксплуатировать устройства силовой электроники промышленных установок.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Материалы электронной техники;
- Электротехника. Общая часть;
- Электротехника. Специальная часть;
- Основы микропроцессорной техники.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

- Электронные промышленные устройства;
- Проектная деятельность 1;
- Проектная деятельность 2;
- Основы преобразовательной техники;
- Основы электропривода;
- Моделирование электронных устройств.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен к проведению предварительных измерений опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-1.1 Разрабатывает и собирает схемы для проведения измерений опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	<p>– знать: физические процессы, технические характеристики, энергетические показатели и правила выбора преобразователей энергии для потребителей; методы расчета параметров, построение характеристик, структурных и функциональных схем устройств силовой электроники.</p> <p>– уметь: выбирать, применять и эксплуатировать силовые преобразователи энергии.</p>
		ПК-1.2 Выбирает оснастку и проводит настройку необходимого измерительного оборудования для проведения измерений опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	<p>– знать: методики экспериментального исследования электронных изделий.</p> <p>– уметь: выбирать и реализовывать эффективную методику экспериментального исследования электронных изделий.</p>
		ПК-1.3 Проводит измерения опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно программе измерений и испытаний, формирует протокол измерений	<p>– знать: основные принципы исследования характеристик электронных изделий и компьютерное моделирование.</p> <p>– уметь: проводить исследования характеристик электронных изделий на физической и компьютерной</p>

			моделях.
	ПК-2: Способен к проведению предварительных испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-2.3 Проводит испытания опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно программе измерений и испытаний	– знать: методики проведения испытаний опытной партии образцов изделий «система в корпусе». – уметь: проводить испытания опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно программе измерений и испытаний.
	ПК-4: Способен к определению возможных конструктивных вариантов реализации отдельных аналоговых блоков и всего СФ-блока	ПК-4.2 Выбирает набор возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока, проводит оценочные расчеты характеристик электронных изделий	– знать: принципы конструирования отдельных блоков электронных изделий. – уметь: определять возможные конструктивные варианты реализации отдельных блоков электронных изделий.
	ПК-5: Способен к проведению оценочного расчета параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом и другим нормативным документам	ПК-5.1 Использует методы и способы анализа параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом	– знать: основные параметры отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом. – уметь: проводить исследования характеристик электронных приборов.
		ПК-5.2 Рассчитывает уровни питающих, входных и выходных напряжений	– знать: методики проведения исследований уровней питающих, входных и выходных напряжений. – уметь: проводить исследования характеристик электронных приборов.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Разработка и реализация проектов	УК-2: Способен определять круг задач в рамках	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной	– знать: основы теории, физические явления и закономерности, положенные в основу

	поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	цели, обеспечивающих ее достижение	преобразовательной техники; основные типы преобразователей энергии для приводов постоянного и переменного тока, их назначения и области применения. – уметь: анализировать работу силовых преобразователей энергии с помощью принципиальных схем и технических условий.
--	--	------------------------------------	--

4 Объем и содержание учебной дисциплины

Учебные занятия по учебной дисциплине проводятся в форме контактной работы и в форме самостоятельной работы обучающихся.

Контактная работа включает в себя занятия лекционного типа (лекции), занятия семинарского типа (семинары, практические занятия, практикумы), промежуточную аттестацию обучающихся и иные формы взаимодействия обучающихся с педагогическими работниками и (или) лицами, привлекаемыми к реализации ООП на иных условиях, в том числе при проведении промежуточной аттестации обучающихся. Контактная работа может проводиться с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	5 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	3	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		58	58
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		18	18
в форме практической подготовки		0	0

Содержание учебной дисциплины

Раздел 1 Современная элементная база энергетической электроники;

Тема 1.1 Современные дискретные полупроводниковые устройства энергетической электроники (IGBT-транзисторы, GTO- и IGCT-тиристоры);

Тема 1.2 Современные комплексные полупроводниковые устройства энергетической электроники (Интеллектуальные модули. Драйверы. Оптоэлектронные устройства);

Раздел 2 Современная схемотехника и алгоритмы управления энергетической электроники;

Тема 2.1 Современная схемотехника энергетической электроники (Инверторы напряжения с ШИМ. Многоуровневые инверторы напряжения с ШИМ. Высоковольтные инверторы напряжения на IGCT. Резонансные инверторы. Инверторы тока с ШИМ. Циклоконверторы. Матричные преобразователи);

Тема 2.2 Современные алгоритмы управления устройствами энергетической электроники (Понятие результирующего вектора. Системы координат. Понятие векторной ШИМ в ИН и ИТ. Векторная многозонная ШИМ в многоуровневых ИН. Способы повышения энергетической эффективности и качественных показателей выходной электроэнергии устройств СЭ).

5 Перечень тем лекций

№ раздела / темы дисциплины	Темы лекций	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Тема 1.1.	Современные дискретные полупроводниковые устройства энергетической электроники	4	
Тема 1.2.	Современные комплексные полупроводниковые устройства энергетической электроники	4	
Тема 2.1.	Современная схемотехника энергетической электроники	4	
Тема 2.2.	Современные алгоритмы управления устройствами энергетической электроники	4	
Итого:		16	0

6 Перечень тем практических занятий (семинаров)

№ раздела / темы дисциплины	Темы практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1; Тема 1.1.	Исследование схем и характеристик выпрямителей однофазного тока	2	
Раздел 1; Тема 1.2.	Исследование схем полупроводниковых стабилизаторов напряжения	2	
Раздел 2; Тема 2.1.	Исследование работы фильтров выпрямленного напряжения	2	
Раздел 2; Тема 2.1.	Исследование характеристик однофазного управляемого выпрямителя на тиристорах при работе на различные виды нагрузок	4	
Раздел 2; Тема 2.2.	Исследование характеристик трёхфазного с выводом нулевой точки трансформатора выпрямителя	4	
Раздел 2; Тема 2.2.	Исследование характеристик трёхфазного мостового выпрямителя	2	
Итого:		16	0

7 Перечень тем лабораторных работ

№ раздела / темы дисциплины	Темы лабораторных работ	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

8 Перечень тем курсовых работ (проектов)

№ раздела / темы дисциплины	Темы курсовых работ (проектов)	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки

	<i>Отсутствуют</i>		
Итого:		0	0

9 Виды самостоятельной работы

№ раздела / темы дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, <i>академ. час</i>	
		всего	в форме практической подготовки
Раздел 1.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	28	
Раздел 2.	1. Изучение лекционного материала; 2. Оформление отчета о практической работе; 3. Подготовка к практическому занятию; 4. Прохождение тестирования.	30	
<i>Контроль</i>	<i>Подготовка к экзамену</i>	18	
Итого:		76	0

10 Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины

а) литература:

1 Розанов, Ю. К. Силовая электроника : учебник и практикум для вузов / Ю. К. Розанов, М. Г. Лепанов. – Москва : Юрайт, 2022. – 206 с. – ISBN 978-5-9916-9440-7. – URL: <https://urait.ru/bcode/489539> (дата обращения: 13.04.2024);

2 Шогенов, А. Х. Аналоговая, цифровая и силовая электроника : учебник / А. Х. Шогенов, Д. С. Стребков, Ю. Х. Шогенов ; ред. Д. С. Стребков. – Москва : Физматлит, 2017. – 416 с. – ISBN 978-5-9221-1784-5. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=485494> (дата обращения: 13.04.2024);

3 Родыгин, А. В. Силовая электроника : учебное пособие / А. В. Родыгин. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 72 с. – ISBN 978-5-7782-3289-1. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=576751> (дата обращения: 13.04.2024).

б) ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»:

1 Консультант студента : электронно-библиотечная система / ООО «КОНСУЛЬТАНТ СТУДЕНТА». – Москва, [200 –]. – URL: <http://www.studentlibrary.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

2 ЛАНЬ : электронно-библиотечная система : [коллекция «Инженерно-технические науки»] / ООО «Издательство ЛАНЬ». – Санкт-Петербург, [200 –]. – URL: <http://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

3 НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ БИБЛИОТЕКА eLIBRARY.RU : база данных / ООО «НЭБ». – Москва, [200 –]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа: по подписке;

4 Образовательная платформа ЮРАЙТ / ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ». – Москва, [200 –]. – URL: <https://urait.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей;

5 Университетская библиотека онлайн : электронно-библиотечная система / ООО «Директ-Медиа». – Москва, [200 –]. – URL: <https://biblioclub.ru>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <http://www.biblioclub.ru>;

6 Электронная библиотека // Научно-техническая библиотека СибГИУ : сайт. – Новокузнецк, [200 –]. – URL: <http://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>. – Режим доступа: для авторизир. пользователей. – URL: <https://library.sibsiu.ru/LibrELibraryFullText.asp>;

7 Электронные периодические издания ИВИС : универсальная база данных / ООО «ИВИС». – Москва, [200 –]. – URL: <http://eivis.ru>. – Режим доступа: по подписке;

8 Электронный каталог : сайт / Научно-техническая библиотека СибГИУ. – Новокузнецк, [199 –]. – URL: <http://libr.sibsiu.ru>. – URL: <https://libr.sibsiu.ru>.

в) лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Adobe Acrobat Reader;
- Astra Linux Special Edition;
- Kaspersky Endpoint Security;
- LibreOffice;
- Microsoft Office;
- Microsoft Windows;
- OnlyOffice;
- Scilab;
- P7-Офис.

г) базы данных и информационно-справочные системы:

1 ГАРАНТ : справочно-правовая система / ООО «Правовой центр «Гарант». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.;

2 КонсультантПлюс : справочно-правовая система / ООО «Информационный центр АНВИК». – Новокузнецк, [199 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть библиотеки Сиб. гос. индустр. ун-та.;

3 Техэксперт : информационно-справочная система / ООО «Группа компаний «Кодекс». – Кемерово, [200 –]. – Режим доступа: компьютерная сеть Сиб. гос. индустр. ун-та.

11 Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает учебные аудитории, оснащенные оборудованием, компьютерной техникой, и техническими средствами обучения, в том числе:

- учебную аудиторию для проведения занятий лекционного типа, оборудованную учебной доской, экраном или мультимедийным проектором;
- учебную аудиторию для проведения занятий семинарского типа (практических занятий);
- учебную аудиторию (помещения) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду, научно-техническую библиотеку СибГИУ.

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Составитель(и):

заведующий кафедрой Кубарев Василий Анатольевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники);
доцент Модзелевский Дмитрий Евгеньевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).

Рабочая программа дисциплины рассмотрена и утверждена на заседании кафедры электротехники, электропривода и промышленной электроники.

Приложение

Аннотация

рабочей программы дисциплины «Энергетическая электроника»

по направлению подготовки (специальности)

11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

(направленность (профиль): «Промышленная электроника»)

форма обучения – Очная форма

1 Цели и задачи освоения учебной дисциплины

Целями учебной дисциплины являются:

- сформировать у студентов представления о энергетической электронике и полупроводниковых устройствах преобразования электрической энергии, а также об области силовой электроники в целом.

Задачами учебной дисциплины являются:

- получение представлений о классификации устройств преобразовательной техники;
- изучение типовых технических решений и примеры схем устройств преобразовательной техники;
- определение требований и характеристик преобразовательных устройств;
- использование методов расчета электрических схем преобразователей;
- приобретение умений выбирать, проектировать, налаживать и эксплуатировать устройства силовой электроники промышленных установок.

2 Место учебной дисциплины в структуре ООП по направлению подготовки (специальности)

Учебная дисциплина относится к учебным дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений **Блока 1 «Дисциплины (модули)»** ООП по направлению подготовки (специальности) 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника».

Учебная дисциплина базируется на предварительном усвоении обучающимися учебных дисциплин:

- Материалы электронной техники;
- Электротехника. Общая часть;
- Электротехника. Специальная часть;
- Основы микропроцессорной техники.

Учебная дисциплина дополняет знания и умения, получаемые по одновременно изучаемым и последующим учебным дисциплинам:

- Электронные промышленные устройства;
- Проектная деятельность 1;

- Проектная деятельность 2;
- Основы преобразовательной техники;
- Основы электропривода;
- Моделирование электронных устройств.

3 Планируемые результаты обучения по учебной дисциплине

Процесс изучения учебной дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

– Профессиональные компетенции

Наименование категории (группы) ПК	Код и наименование ПК	Код и наименование индикатора достижения ПК	Планируемые результаты обучения
	ПК-1: Способен к проведению предварительных измерений опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-1.1 Разрабатывает и собирает схемы для проведения измерений опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: физические процессы, технические характеристики, энергетические показатели и правила выбора преобразователей энергии для потребителей; методы расчета параметров, построение характеристик, структурных и функциональных схем устройств силовой электроники. – уметь: выбирать, применять и эксплуатировать силовые преобразователи энергии.
		ПК-1.2 Выбирает оснастку и проводит настройку необходимого измерительного оборудования для проведения измерений опытной партии образцов изделий «система в корпусе»	– знать: методики экспериментального исследования электронных изделий. – уметь: выбирать и реализовывать эффективную методику экспериментального исследования электронных изделий.
		ПК-1.3 Проводит измерения опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно	– знать: основные принципы исследования характеристик электронных изделий

		программе измерений и испытаний, формирует протокол измерений	и компьютерное моделирование. – уметь: проводить исследования характеристик электронных изделий на физической и компьютерной моделях.
	ПК-2: Способен к проведению предварительных испытаний опытных образцов изделий «система в корпусе»	ПК-2.3 Проводит испытания опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно программе измерений и испытаний	– знать: методики проведения испытаний опытной партии образцов изделий «система в корпусе». – уметь: проводить испытания опытной партии образцов изделий «система в корпусе» согласно программе измерений и испытаний.
	ПК-4: Способен к определению возможных конструктивных вариантов реализации отдельных аналоговых блоков и всего СФ-блока	ПК-4.2 Выбирает набор возможных способов реализации аналоговых блоков и всего СФ-блока, проводит оценочные расчеты характеристик электронных изделий	– знать: принципы конструирования отдельных блоков электронных изделий. – уметь: определять возможные конструктивные варианты реализации отдельных блоков электронных изделий.
	ПК-5: Способен к проведению оценочного расчета параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом и другим нормативным документам	ПК-5.1 Использует методы и способы анализа параметров отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом	– знать: основные параметры отдельных аналоговых блоков и СФ-блока в целом. – уметь: проводить исследования характеристик электронных приборов.
		ПК-5.2 Рассчитывает уровни питающих, входных и выходных напряжений	– знать: методики проведения исследований уровней питающих, входных и выходных напряжений. – уметь: проводить исследования характеристик электронных приборов.

– Универсальные компетенции

Наименование категории (группы) УК	Код и наименование УК	Код и наименование индикатора достижения УК	Планируемые результаты обучения
Разработка и реализация проектов	УК-2: Способен определять круг задач в рамках поставленной цели и выбирать оптимальные способы их решения, исходя из действующих правовых норм, имеющихся ресурсов и ограничений	УК-2.1 Формулирует совокупность взаимосвязанных задач в рамках поставленной цели, обеспечивающих ее достижение	<p>– знать: основы теории, физические явления и закономерности, положенные в основу преобразовательной техники; основные типы преобразователей энергии для приводов постоянного и переменного тока, их назначения и области применения.</p> <p>– уметь: анализировать работу силовых преобразователей энергии с помощью принципиальных схем и технических условий.</p>

4 Объем учебной дисциплины

Семестр / курс		ИТОГО	5 семестр
Форма промежуточной аттестации			экзамен
Трудоёмкость	<i>академ. час.</i>	108	108
	<i>зачетных единиц</i>	3	3
Лекции, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Лабораторные работы, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Практические занятия, <i>академ. час.</i>		16	16
в форме практической подготовки		0	0
Курсовая работа / проект, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Консультации, <i>академ. час.</i>		0	0
в форме практической подготовки		0	0
Самостоятельная работа, <i>академ. час.</i>		58	58
в форме практической подготовки		0	0
Контроль, <i>академ. час.</i>		18	18
в форме практической подготовки		0	0

5 Краткое содержание учебной дисциплины

В структуре учебной дисциплины выделяются следующие основные разделы (темы):

Раздел 1 Современная элементная база энергетической электроники;

Тема 1.1 Современные дискретные полупроводниковые устройства энергетической электроники (IGBT-транзисторы, GTO- и IGCT-тиристоры);

Тема 1.2 Современные комплексные полупроводниковые устройства энергетической электроники (Интеллектуальные модули. Драйверы. Оптоэлектронные устройства);

Раздел 2 Современная схемотехника и алгоритмы управления энергетической электроники;

Тема 2.1 Современная схемотехника энергетической электроники (Инверторы напряжения с ШИМ. Многоуровневые инверторы напряжения с ШИМ. Высоковольтные инверторы напряжения на IGCT. Резонансные инверторы. Инверторы тока с ШИМ. Циклоконвертеры. Матричные преобразователи);

Тема 2.2 Современные алгоритмы управления устройствами энергетической электроники (Понятие результирующего вектора. Системы координат. Понятие векторной ШИМ в ИН и ИТ. Векторная многозонная ШИМ в многоуровневых ИН. Способы повышения энергетической эффективности и качественных показателей выходной электроэнергии устройств СЭ).

6 Составитель(и):

заведующий кафедрой Кубарев Василий Анатольевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники);

доцент Модзелевский Дмитрий Евгеньевич (кафедра электротехники, электропривода и промышленной электроники).