

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
 «Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого»
 Институт политехнический
 Кафедра энергетики и транспорта

УТВЕРЖДАЮ
 Директор ИИТ

 С.Б. Сапожков
 «__» _____ 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
 учебной дисциплины (модуля)
Силовые преобразователи в электроснабжении

по всем направлению подготовки бакалавриата
 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
 направленность (профиль) – Промышленная электроэнергетика

СОГЛАСОВАНО
 Начальник отдела обеспечения
 деятельности политехнического института

 О.В. Ушакова

«__» _____ 2021 г.

Разработал
 Д.т.н., профессор

 И.В. Швецов

«25» 03 2021 г.

Принято на заседании кафедры
 Протокол № 7 от « 25 » марта 2021 г.
 Заведующий кафедрой

 И.В. Швецов
 « 25 » 03 2021 г.

1. Цели и задачи освоения учебной дисциплины (модуля)

Целями изучения дисциплины «Силовые преобразователи в электроснабжении» являются: изучить основные теоретические закономерности принципов действия силовых электронных приборов, полупроводниковых преобразователей энергии; приобрести навыки анализа процессов протекающих в устройствах силовой электроники; получить навыки разработки математических моделей процессов и явлений, протекающих в силовых электронных приборах; получить практический опыт работы с электронным оборудованием и силовыми полупроводниковыми приборами; получить практические навыки работы с пакетами компьютерного моделирования.

установок и систем для дальнейшей их профессиональной деятельности.

Задачи учебной дисциплины (модуля):

а): показать взаимосвязь фундаментальных физических законов электромагнитного поля с процессами и явлениями, протекающими в силовых электронных системах и устройствах;

б) сформировать набор общекультурных и профессиональных компетенций необходимых для дальнейшего применения полученных знаний практической и учебной деятельности;

в) сформировать навыки применения полученных знаний и методов для решения вопросов проектирования и разработки силовых электронных устройств, систем и т. п.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Курс «Силовые преобразователи в электроснабжении» является вводным в широкий круг проблем в системах электроснабжения (СЭС) и управления ими. Для успешного освоения дисциплины необходимы знания, полученные при освоении дисциплин математического и естественного цикла. Для освоения дисциплины студент должен обладать знаниями из следующих дисциплин: высшая математика, физика (в объеме базового курса для данного направления подготовки), теоретические основы электротехники, электротехническое и конструкционное материаловедение, электрические и электронные аппараты, электрический привод

В результате изучения дисциплины студенты должны приобретать знания, умения и опыт, достаточные для изучения специальных дисциплин и дальнейшей работы на производстве.

3. Требования к результатам освоения учебной дисциплины (модуля)

Перечень компетенций, которые формируются в процессе освоения учебной дисциплины (модуля):

УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.

Процесс изучения УМ направлен на формирование компетенций:

Таблица 1

Код и наименование компетенции	Результаты освоения учебной дисциплины (индикаторы достижения компетенций)		
УК-1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	Знать особенности систематизации информации, полученной из разных источников и методы ее критического анализа	Уметь выявлять системные связи и отношения между изучаемыми явлениями, процессами, практиками и определять противоречия, возникающие в данных связях и отношениях; применять системный подход в интеллектуальной деятельности	Владеть навыками анализа и синтеза научной информации; навыками логической аргументации выводов и суждений в решении профессиональных задач

4 Структура и содержание учебной дисциплины (модуля)

4.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля)

4.1.1 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) для очной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		3 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	70	70
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	---	---
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	110	110
5. Промежуточная аттестация (экзамен) (АЧ)	36	36

4.1.2 Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) для заочной формы обучения

Части учебной дисциплины	Всего	Распределение по семестрам
		6 семестр (в зависимости от содержания учебного плана)
1. Трудоемкость учебной дисциплины (модуля) в зачетных единицах (ЗЕТ)	6	6
2. Контактная аудиторная работа в академических часах (АЧ)	20	20
3. Курсовая работа/курсовой проект (АЧ)	---	---
4. Внеаудиторная СРС в академических часах (АЧ)	160	160
5. Промежуточная аттестация (экзамен) (АЧ)	36	36

4.2 Содержание учебной дисциплины (модуля)

Раздел №1 Введение. Содержание учебной дисциплины (модуля)

1.1 Цель курса, его роль в подготовке инженеров силовой электроники

1.2 Роль силовых преобразовательных устройств в повышении эффективности производства, совершенствовании технологии, снижении потерь энергии, в экономии трудовых и материальных ресурсов и автоматизации производственных процессов

Раздел №2 Силовые ключи на диодах, тиристорах, биполярных и униполярных транзисторах

2.1 Силовые полупроводниковые приборы: диоды, тиристоры, MOSFET и IGBT транзисторы. Силовые модули

2.2 Статические и динамические параметры СПП

2.3 Понятие об идеальном приборе. Способы снижения динамических потерь в силовых приборах

2.4 Защита силовых приборов по току и по напряжению. Цепи формирования безопасной траектории переключения приборов. Тепловой расчет и выбор типа прибора

Раздел №3 Преобразователи однофазного и трехфазного тока

3.1 Идеализированные преобразователи однофазного и трехфазного тока

3.2 Полупроводниковые выпрямители и их основные параметры

3.3 Нулевая и мостовая схемы выпрямления однофазного тока. Схемы выпрямителей и диаграммы их работы

3.4 Сглаживающие фильтры: основные схемы и коэффициенты сглаживания (емкостный, индуктивный, Г-образный LC-, Г-образный RC- и П-образный CLC- фильтры)

3.5 Трехфазные нулевая и мостовая схемы выпрямления. Управляемые выпрямители

3.6 Системы импульсно-фазового управления (СИФУ)

3.7 Регулировочные характеристики управляемых выпрямителей при различных видах нагрузки

Раздел №4 Импульсные преобразователи (регуляторы) постоянного напряжения (ППН)

4.1 Принцип широтно-импульсного регулирования постоянного напряжения

4.2 Широтноимпульсное и частотно-импульсное регулирование

4.3 Основные схемы транзисторных ППН. Силовые транзисторные ППН с непосредственной связью: понижающий, повышающий, инвертирующий

4.4 Трансформаторные ППН: прямоходовой и обратногоходовой преобразователи. Полумостовой ППН

Раздел №5 Автономные инверторы и преобразователи частоты

5.1 Классификация автономных инверторов

5.2 Автономные инверторы тока на тиристорах. Инверторы напряжения на транзисторах

4.3 Трудоемкость разделов учебной дисциплины (модуля) и контактной работы

Таблица 4 - Трудоемкость разделов учебной дисциплины

№	Наименование разделов (тем) учебной дисциплины (модуля), УЭМ, наличие КП/КР	Контактная работа (в АЧ)			Внеауд. СРС (в АЧ)	Формы текущего контроля	
		Аудиторная		В т.ч. СРС			
		ЛЕ К	ПЗ				ЛР
1	Введение. Содержание дисциплины	5	8		3	22	Контрольный опрос
2	Силовые ключи на диодах, тиристорах, биполярных и униполярных транзисторах	5	8		3	22	Контрольный опрос
3	Преобразователи однофазного и трехфазного тока	5	8		2	22	Контрольный опрос
4	Импульсные преобразователи (регуляторы) постоянного напряжения (ППН)	5	8		2	22	Контрольный опрос
5	Автономные инверторы и преобразователи частоты	6	10		2	22	Контрольный опрос
	Промежуточная аттестация	Экзамен - 36					
	ИТОГО	28	42		12	110	

4.4 Лабораторные работы и курсовые работы/курсовые проекты

4.4.1 Перечень тем лабораторных работ. Лабораторные работы не предусмотрены.

4.4.2 Курсовые работы/курсовые проекты не предусмотрены.

5 Методические рекомендации по организации освоения учебной дисциплины (модуля)

Таблица 5 - Методические рекомендации по организации лекций

№	Темы лекционных занятий (форма проведения)	Трудоемкость, АЧ
1.	Введение. Содержание дисциплины	5
2.	Силовые ключи на диодах, тиристорах, биполярных и униполярных транзисторах	5
3.	Преобразователи однофазного и трехфазного тока	6
4.	Импульсные преобразователи (регуляторы) постоянного напряжения (ППН)	6
5.	Автономные инверторы и преобразователи частоты	6
	ИТОГО	28

Таблица 6 - Методические рекомендации по организации практических занятий

Практические занятия (семинары)	Трудоемкость, АЧ
Практическое занятие № 1. Вводное занятие. Инструктаж по технике безопасности, ознакомление с порядком выполнения и защиты работ	6
Практическое занятие № 2. Изучение универсального стенда	6
Практическое занятие № 3. Исследование однофазного преобразователя переменного напряжения	6
Практическое занятие № 4. Исследование схем трехфазных управляемых выпрямителей	6
Практическое занятие № 5. Исследование автономного инвертора напряжения	6
Практическое занятие № 6. Исследование однофазного мостового выпрямителя с корректором коэффициента мощности	6
Практическое занятие № 7. Силовые ключевые каскады на транзисторах. Работа транзисторного ключа на активно-индуктивную нагрузку. Выбор и примеры использования транзисторов в схемах управления.	6
Итого за 7 семестр:	42

Рекомендации к проведению практических занятий.

Работа в группах. Решение задач в соответствии с темами.

6 Фонд оценочных средств учебной дисциплины (модуля)

Фонд оценочных средств представлен в Приложении А.

7 Условия освоения учебной дисциплины (модуля)**7.1 Учебно-методическое обеспечение**

Учебно-методического обеспечение учебной дисциплины (модуля) представлено в Приложении Б.

7.2 Материально-техническое обеспечение

Таблица 7 - Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины

№	Требование к материально-техническому обеспечению	Наличие материально-технического оборудования и программного обеспечения
1.	Наличие учебной аудитории	Учебная мебель, доска
2.	Мультимедийное оборудование	1 компьютер, проектор, экран, выход в интернет
3.	Программное обеспечение	Microsoft Windows XP Professional. Лицензия «Open License» № 45257130; Microsoft Office 2007. Лицензия «Open License» № 47742190.

Приложение А
(обязательное)

Фонд оценочных средств учебной дисциплины (модуля) «Силовые преобразователи в электроснабжении»

1 Структура фонда оценочных средств

Фонд оценочных средств состоит из двух частей:

а) открытая часть - общая информация об оценочных средствах (название оценочных средств, проверяемые компетенции, баллы, количество вариантов заданий, методические рекомендации для применения оценочных средств и пр.), которая представлена в данном документе, а также те вопросы и задания, которые могут быть доступны для обучающегося;

б) закрытая часть - фонд вопросов и заданий, которая не может быть заранее доступна для обучающихся (вопросы к контрольной работе, коллоквиуму и пр.) и которая хранится на кафедре.

2 Перечень оценочных средств текущего контроля и форм промежуточной аттестации

Таблица А.1 - Перечень оценочных средств

№	Оценочные средства для текущего контроля	Разделы (темы) учебной дисциплины	Баллы	Проверяемые компетенции
1	Контрольный опрос	Все темы раздела № 1	50	УК-1
2	Контрольный опрос	Все темы раздела № 2	50	
3	Контрольный опрос	Все темы раздела № 3	50	
4	Контрольный опрос	Все темы раздела № 4	50	
5	Контрольный опрос	Все темы раздела № 5	50	
<i>Промежуточная аттестация</i>				
	Экзамен		50	
	ИТОГО		300	

Рекомендации к использованию оценочных средств

Таблица А.1 - Контрольный опрос

Критерии оценки	Количество вариантов заданий	Количество вопросов
Количество правильных ответов	3-4 варианта	по 20 вопросов в комплекте

Пример одного вопроса на тему: Уравнение движения электропривода

Для уравнения движения электропривода характерно:

- а) учитывает все силы, действующие в переходных режимах*
- б) учитывает все моменты, действующие в переходных режимах*
- в) учитывает все силы и моменты, действующие в переходных режимах*

1) Экзамен

<i>Критерии оценки</i>	<i>Количество вариантов заданий</i>	<i>Количество вопросов</i>
Количество правильных ответов	3 варианта	20 вопросов
Использование терминологии		
Наличие собственной точки зрения		
Демонстрация знания об основных понятиях дисциплины (модуля)		

Пример экзаменационного билета**Новгородский государственный университет имени Ярослава Мудрого****Кафедра энергетики и транспорта****Экзаменационный билет № 1**Учебная дисциплина (модуль) **Силовые преобразователи в электроснабжении**

Для направления подготовки (специальности) 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника

1. Особенности управления силовыми биполярными и полевыми транзисторами, работающими в ключевом режиме. Примеры схем управления.
2. Структурно-функциональная схема тиристорного регулятора переменного тока.
3. Однофазные и трехфазные преобразователи частоты.

Принято на заседании кафедры

промышленной энергетики Протокол № 7 от “25” марта 2021 г.

Заведующий кафедрой



(И.В.Швецов)

Все материалы для проведения промежуточного контроля хранятся на кафедре.

Приложение Б
(обязательное)

**Карта учебно-методического обеспечения
учебной дисциплины (модуля) «Силовые преобразователи в электроснабжении»**

Таблица Б.1- Обеспечение дисциплины учебными изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. в библ. НовГУ
1 Кудрин Б. И. Электроснабжение промышленных предприятий : учеб. для студентов вузов. - М. : Интернет Инжиниринг, 2007. – 670 с.	Лекции		17
2 Погодина Л. В. Инженерные сети, инженерная подготовка и оборудование территорий, зданий и стройплощадок : учеб. для вузов / Л. В. Погодина. - 3-е изд. - М. : Издательско-торговая корпорация "Дашков и К", 2011. - 474 с.	Лекции		7
3 Щербаков Е. Ф. Электроснабжение и электропотребление в строительстве : учеб. пособие / Е. Ф. Щербаков, Д. С. Александров, А. Л. Дубов. - 2-е изд., доп. - СПб. : Лань, 2017. – 511 с	все		2

Таблица Б.2 – Информационное обеспечение модуля

Название программного продукта, интернет-ресурса	Электронный адрес	Примечание
1. Электронная библиотека издательства ЛАНЬ	https://e.lanbook.com	
2. Научная электронная библиотека	https://elibrary.ru	
3. Библиотека. Единое окно доступа к образовательным программам	http://window.edu.ru	
4. Российская электронная библиотека	http://www.elbib.ru	
5. Публичная Интернет-библиотека	https://www.public.ru	

Таблица Б.3 - Обеспечение дисциплины учебно-методическими изданиями

Библиографическое описание* издания (автор, наименование, вид, место и год издания, кол. стр.)	Вид занятия, в котором использ.	Число часов, обеспеч. изданием	Кол. экз. на каф.	Примечание

Электроника и микроэлектроника : метод. указания к лаб. работам / сост.: Г. В. Гудков, И. С. Телина ; Новгород. гос. ун-т им. Ярослава Мудрого. - Великий Новгород, 2016. - 64 с	Лекции, практические занятия, СРС, РГР		10	
--	--	--	----	--

Действительно для учебного года ____/____

Зав. кафедрой  И.В.Швецов
_____ 2021 г.

Приложение В
(обязательное)

**Лист актуализации рабочей программы
учебной дисциплины (модуля) «Силовые преобразователи в электроснабжении»**

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Рабочая программа актуализирована на 20__/20__ учебный год.
Протокол № ____ заседания кафедры от « ____ » _____ 20__ г.
Разработчик: _____
Зав. кафедрой _____

Таблица В.1 Перечень изменений, внесенных в рабочую программу:

Номер изменения	№ и дата протокола заседания кафедры	Содержание изменений	Зав.кафедрой	Подпись