

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Степанов Павел Иванович  
Должность: Руководитель НИИ НИЯУ МИФИ  
Дата подписания: 24.02.2026 12:31:55  
Уникальный программный ключ:  
8c65c591e26b2d8e460927740c752622aa7b295

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Новоуральский технологический институт** –  
филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образо-  
вания «Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

УТВЕРЖДЕНА  
Ученым советом НИИ НИЯУ МИФИ  
Протокол №3 от 24.04.2023 г.

Рабочая программа учебной дисциплины  
**«ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭЛЕКТРОНИКА»**

Направление подготовки (специальность)	13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника
Профиль подготовки (специализация)	Электропривод и автоматика
Квалификация (степень) выпускника	бакалавр
Форма обучения	Очно - заочная

	Очно - заочная форма обучения
Семестр	8
Трудоемкость, ЗЕТ	5 ЗЕТ
Трудоемкость, ч.	180 ч.
Аудиторные занятия, в т.ч.:	52 ч.
- лекции	18 ч.
- практические занятия	18 ч.
- лабораторные занятия	16 ч.
Самостоятельная работа	101 ч.
Занятия в интерактивной форме	-.
Форма итогового контроля	Экзамен (27 часов)

Индекс дисциплины в Рабочем учебном плане (РУП) – Б1.В.01.01

Рабочую программу составил ст. преподаватель кафедры «Промышленной электроники»  
Литвинчук Ирина Евгеньевна

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели освоения учебной дисциплины .....	4
2. Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы .....	4
3. Формируемые компетенции и планируемые результаты .....	4
4. Воспитательный потенциал дисциплины .....	5
5. Структура и содержание учебной дисциплины .....	<a href="#">8</a>
6. Информационно-образовательные технологии .....	10
7. Средства для контроля и оценки .....	11
8. Учебно-методическое и информационное обеспечение учебной дисциплины.....	11
9. Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины.....	112
Приложение 1. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.....	14
Приложение 2. Балльно-рейтинговая система оценки.....	17
Приложение 3 Фонд оценочных средств .....	18

## 1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Основными целями курса являются:

- ознакомление с основными типами мощных преобразователей электрической энергии, условиями их эксплуатации;
- ознакомление с основными методами расчета и проектирования преобразователей с учетом надежности и электромагнитной совместимости.

## 2 МЕСТО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

В соответствии с кредитно-модульной системой подготовки бакалавров по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» данная учебная дисциплина входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений.

Общеинженерные навыки, полученные при изучении курса «Энергетическая электроника», не только повышают общепрофессиональный уровень обучающегося, но и необходимы для использования в процессе изучения будущих специальных дисциплин.

Дисциплина «Энергетическая электроника» изучается на 4 курсе в 8 семестре.

## 3. ФОРМИРУЕМЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

Универсальные (УК), общепрофессиональные (ОПК) и (или) профессиональные (ПК) компетенции

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-6 Способен осуществлять изменение схем соединений сети и управлять режимами работ электрооборудования в нормальных и аварийных режимах	З-ПК-6 Знать: порядок производства оперативных переключений и ведения оперативных переговоров; ликвидации технологических нарушений в электрической части; характерные неисправности и повреждения ЭТО, способы их предупреждения, определения и устранения У-ПК-6 Уметь: осуществлять оперативные переговоры и оформлять оперативную документацию; контролировать режимы работы турбогенераторов, трансформаторов, автотрансформаторов и шунтирующих реакторов, а также производить изменения в схемах электрических соединений объекта профессиональной деятельности В-ПК-6 Владеть: навыками работы с современными системами управления, сбора и передачи данных, постоянного мониторинга состояния оборудования, параметров его режима работы и их анализа

**В результате освоения дисциплины студент должен:**

**Знать:**

- особенности построения различных устройств преобразовательной техники на основе вентильных преобразователей;
- основные типы преобразователей частоты, их структуру и особенности построения;
- характерные особенности мощных преобразователей электрической энергии;
- условия эксплуатации и обслуживания преобразователей электрической энергии;

**Уметь:**

- проводить анализ электромагнитных процессов и рассчитывать параметры различных устройств энергетической электроники;
- проектировать преобразователи электрической энергии с учетом основных схем, условий эксплуатации и требований электромагнитной совместимости;

**Владеть:**

- методами проведения расчетов по разделам курса;
- методами обработки и анализа результатов эксперимента;
- навыками оформления текстовой документации согласно требованиям СТО и ГОСТ
- навыками поиска информации в учебной, справочной, методической литературе (иных источниках, включая ресурсы сети Интернет) для решения поставленных задач теоретической, практической, экспериментальной направленности;
- навыками анализа справочной информации для решения поставленных задач

**4 ВОСПИТАТЕЛЬНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ДИСЦИПЛИНЫ**

Цели и задачи воспитания, воспитательный потенциал дисциплин:

Направления/цели воспитания	Задачи воспитания (код)	Воспитательный потенциал дисциплин
Профессиональный модуль	<p>Формирование ответственности и аккуратности в работе с электротехническим оборудованием (B26)</p> <p>Формирование коммуникативных навыков в области эксплуатации электротехнического оборудования (B27)</p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала профильной дисциплины «Учебно - исследовательская работа студентов» и иных профильных дисциплин профессионального модуля для: - формирования навыков безусловного выполнения всех норм безопасности на рабочем месте, соблюдении мер предосторожности при выполнении исследовательских и производственных задач на оборудовании предприятий отраслевой промышленности посредством привлечения действующих специалистов к реализации учебных дисциплин и сопровождению проводимых у студентов практических работ в этих организациях, через выполнение студентами практических и лабораторных работ, в том числе с использованием измерительного и технологического оборудования на кафедрах, в лабораториях НТИ НИЯУ МИФИ;</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин Общепрофессионального и профессионального модуля, для: - формирования профессиональной коммуникации в научной среде; - формирования разностороннего мышления и тренировки готовности к работе в профессиональной и социальной средах - формирования умений осуществлять самоанализ, осмысливать собственные</p>

		<p>профессиональные и личностные возможности для саморазвития и самообразования, в целях постоянного соответствия требованиям к эффективным и прогрессивным специалистом профильной подготовки через организацию площадках профильных предприятий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов. практикумов на площадках профильных предприятий, использование методов коллективных форм познавательной деятельности, ролевых заданий, командного выполнения учебных заданий и защиту их результатов</p>
--	--	--

## 5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### Структура учебной дисциплины

№ п/п	Название темы/раздела учебной дисциплины	Виды учебных занятий, и их трудоемкость (в часах)					Текущий контроль (форма*, неделя)	Аттестация раздела (форма*, неделя)	Максимальный балл за раздел**	Индикаторы освоения компетенции
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Курсовые работы/проекты	Самостоятельная работа				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	Введение	2		2	-		К1		1,5	3-ПК-6 У-ПК-6 В-ПК-6
2	Раздел 1 Импульсные преобразователи	10	16	9	-		К2- К15		35,5	3-ПК-6 У-ПК-6 В-ПК-6
3	Раздел 2 Преобразователи частоты (ПЧ).	2		5	-		К16- К20		9,5	3-ПК-6 У-ПК-6 В-ПК-6
4	Раздел 3 Регуляторы переменного напряжения	2	2	-	-		-		2	3-ПК-6 У-ПК-6 В-ПК-6
5	Раздел 4 Компенсаторы реактивной	2	-	-	-		-			3-ПК-6 У-ПК-6

	мощности									В-ПК-6
6	Раздел 5 Устройства преобразовательной техники	-	-	-	-		К21		1,5	3-ПК-6 У-ПК-6 В-ПК-6
	Итого:	18	18	16	-				50	
	Экзамен				-				50	3-ПК-6
	Всего				-				100	

### Содержание учебной дисциплины.

#### Лекции (18 часов)

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
1	Введение	Основные области применения устройств преобразовательной техники, их назначение и роль в современном производстве и технологиях. Элементы преобразовательных устройств.	2
2	Раздел 1 Импульсные преобразователи	<i>Широтно-импульсные преобразователи постоянного напряжения.</i> Схемы, характеристики. Достоинства и недостатки.	6
3		<i>Преобразователи с управляемым обменом энергии между реактивными элементами схемы.</i> Схемы, характеристики. Достоинства и недостатки.	2
4		<i>Преобразователи с использованием резонансных явлений LC-контуров.</i> Схемы, характеристики. Достоинства и недостатки.	2
5	Раздел 2 Преобразователи частоты (ПЧ)	Классификация и области применения. Достоинства и недостатки различных схем ПЧ.	2
6		<i>Непосредственные преобразователи частоты (НПЧ).</i> Классификация. Основные характеристики.	
7		<i>Двухзвенные преобразователи частоты (ДПЧ).</i> Этапы развития. Характеристики	
8	Раздел 3 Регуляторы переменного напряжения	<i>Регуляторы переменного напряжения.</i> Принцип действия, характеристики.	2
9	Раздел 4 Компенсаторы реактивной мощности	<i>Компенсаторы реактивной мощности.</i> Принцип действия, характеристики.	2
10	Раздел 5 Устройства преобразовательной техники	Выпрямители для питания сетей постоянного тока. Преобразователи для регулируемых электроприводов. Агрегаты бесперебойного питания.	-

### Практические занятия (18 часов)

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
1	2	3	4
1	Раздел 1	Практическая работа 1. Преобразователь понижающего типа	2
2		Практическая работа 2. Повышающий регулятор постоянного напряжения	2
3		Практическая работа 3. ШИП повышающее – понижающего (инвертирующего) типа	2
4		Практическая работа 4. Расчёт характеристик тиристорных регуляторов переменного тока	2
5		Практическая работа 5. Расчёт нереверсивного широтно-импульсного преобразователя (ШИП) с узлом параллельной двухступенчатой коммутации	10

### Лабораторные занятия (16 часов)

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Содержание	Трудоемкость, час.
1.	Введение	Вводное занятие Ознакомление с лабораторией. Инструктаж по технике безопасности. Требования к оформлению лабораторной работы.	2
2.	Раздел 1	Лабораторная работа 1-3. Исследование импульсных преобразователей постоянного напряжения Лабораторная работа 4. Исследование тиристорных регуляторов переменного тока	8
3.	Раздел 2	Лабораторная работа 5. Исследование активных выпрямителей напряжения	4
4.	Разделы 1 и 2	Защита лабораторных работ	2

## Самостоятельная работа обучающихся (101 час)

Самостоятельная работа студента по учебной дисциплине регламентируется «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ».

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Вид самостоятельной работы и ее содержание <sup>1</sup>	Трудо-емкость, час.
	Введение.	<b>Конспектирование теоретического материала для самостоятельного изучения, проработка лекционного материала</b>	<b>4</b>
1.		К1. Условия эксплуатации преобразовательных установок	4
	Раздел 1.	<b>Конспектирование теоретического материала для самостоятельного изучения</b>	<b>53</b>
2.		К2. Влияние реальных параметров элементов на работу ШИП	4
3.		К3. Нереверсивный импульсный преобразователь постоянного тока с рекуперацией энергии (ШИП с однополярной модуляцией, реверсированной по току)	4
4.		К4. Реверсивный ШИП по полумостовой схеме	4
5.		К5. Мостовая схема реверсивного ШИП Способ симметричного управления	3
6.		К6. Мостовая схема реверсивного ШИП Способ несимметричного управления	3
7.		К7. Мостовая схема реверсивного ШИП Способ поочередного управления	3
8.		К8. Импульсные преобразователи Кука и Seric. Схемы, принцип действия, временные диаграммы.	3
9.		К9. Преобразователь со средней точкой первичной обмотки трансформатора	4
10.		К10. Преобразователи с управляемым обменом энергии между реактивными элементами схемы. Полумостовой и мостовой преобразователи. Схемы, принцип действия, временные диаграммы.	5
11.		К11. Резонансные преобразователи. Преобразователи с последовательным соединением элементов резонансного контура и нагрузки. Схемы, принцип действия, временные диаграммы.	4
12.		К12. Резонансные преобразователи. Преобразователи с параллельным соединением нагрузки и колебательного контура или его элементов. Схемы, принцип действия, временные диаграммы.	4
13.		К13. Резонансные преобразователи с параллельно-последовательным резонансным контуром. Схемы, принцип действия, временные диаграммы	4
14.		К14. Квазирезонансные преобразователи с коммутацией в нуле напряжения (КНН). Схемы, принцип действия, временные диаграммы	4

<sup>1</sup> В соответствии с «Положением об организации самостоятельной работы студентов в НТИ НИЯУ МИФИ»

15.		К15. Квазирезонансные преобразователи с с коммутацией в нуле тока (КНТ). Схемы, принцип действия, временные диаграммы	4
16.		Подготовка, оформление и защита лабораторных работ	10
17.		Подготовка к практическим занятиям	10
		Итого по разделу 1	73
	Раздел 2.	Конспектирование теоретического материала для самостоятельного изучения	14
18.		К16. НПЧ на вентилях с неполным управлением. Принцип действия, характеристики, способы формирования выходного напряжения.	4
19.		К17. НПЧ на вентилях с полным управлением. Принцип действия, характеристики, способы формирования выходного напряжения	4
20.		К18. Матричный преобразователь частоты	4
21.		К10. ДПЧ на базе автономных инверторов тока. Принцип действия, характеристики, способы формирования выходного напряжения	4
22.		К20. ДПЧ на базе автономных инверторов напряжения. Принцип действия, характеристики, способы формирования выходного напряжения.	4
		Итого по разделу 2	20
	Раздел 5.	Конспектирование теоретического материала для самостоятельного изучения	4
23.		К21. Устройства преобразовательной техники	4
		Итого по разделу 5	4
		Итого по курсу	101

Методические указания для студентов по освоению дисциплины приведены в Приложении 1.

## 6 ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Рекомендации для преподавателя по использованию информационно-образовательных технологий содержатся в «Положении об организационных формах и технологиях образовательного процесса в НТИ НИЯУ МИФИ».

Методы и формы организации обучения по дисциплине «Энергетическая электроника»

Методы и формы активизации деятельности	Виды учебной деятельности			
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Работа в команде		х	х	
Опережающая самостоятельная работа		х	х	х
Междисциплинарное обучение	х	х	х	
Проблемное обучение	х	х	х	
Обучение на основе опыта	х	х	х	
Исследовательский метод			х	х

## Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических и лабораторных занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области проектирования электромеханических систем, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической работы и оформления технической документации.

Проведение лабораторных и практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

### 7 СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ И ОЦЕНКИ

Для оценки достижений студента используется балльно - рейтинговая система (Приложение 2).

Для целей промежуточной аттестации используется фонд оценочных средств (ФОС) по дисциплине (Приложение 3).

## 8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1 Основная литература

1. Кобзев А.В. Энергетическая электроника [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Кобзев А.В., Коновалов Б.И., Семенов В.Д.- Электрон.текстовые данные.- Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2010.- 164 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14001>.- ЭБС «IPRbooks», по паролю ISSN:2227-8397 Тип издания:учебное пособие Гриф:гриф УМО

2. Подгорный В.В. Источники вторичного электропитания [Электронный ресурс]: практикум. Учебное пособие для вузов/ Подгорный В.В., Семенов Е.С.- Электрон.текстовые данные. - М.: Горячая линия - Телеком, 2013.- 150 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25077>.- ЭБС «IPRbooks», по паролю ISBN:978-5-9912-0308-1Тип издания:учебное пособиеГриф:гриф УМО

3. Антюхин В.М. Устройства силовой электроники железнодорожного подвижного состава [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Антюхин В.М., Богомяков А.А., Евсеев Ю.А.- Электрон.текстовые данные.- М.: Учебно-методический центр по образованию на железнодорожном транспорте, 2011.- 471 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/16257>.- ЭБС «IPRbooks», по паролю ISBN:978-5-9994-0062-8 Тип издания: учебное пособие Гриф: гриф ФАЖТ

## 8.2 Дополнительная литература

1 Семенов Б.Ю. Силовая электроника. Профессиональные решения [Электронный ресурс]/ Семенов Б.Ю.— Электрон.текстовые данные.— М.: ДМК Пресс, 2011.— 416 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/7757>.— ЭБС «IPRbooks», по паролю ISBN:978-5-94074-711-6 Тип издания: Практическое пособие

2. Белоус А.И. Полупроводниковая силовая электроника. [Электронный ресурс]/ Белоус А.И., Ефименко С.А., Турцевич А.С.- Электрон. текстовые данные. - М.: Техносфера, 2013.-- 228 с.- Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31876>.- ЭБС «IPRbooks», по паролю ISBN:978-5-94074-711-6

## 8.3 Учебно - методическое обеспечение

1 Ефимов А.А., Горяев К.В., Иванова Н.В. Исследование импульсного преобразователя постоянного напряжения. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу «Энергетическая электроника» для студентов направлений подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика» и 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» профиль подготовки «Промышленная электроника» всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2014. – 16 с. Издание третье, исправленное.

2 Никанорова Т.Т. Исследование активных выпрямителей напряжения. Методические указания к выполнению лабораторной работы по курсу “Энергетическая электроника” студентов направлений подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика» и 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» профиль подготовки «Промышленная электроника» всех форм обучения. – Новоуральск: НТИ НИЯУ МИФИ, 2014. – 16 с.

3 Литвинчук И.Е. Расчёт нереверсивного широтно-импульсного преобразователя (ШИП) с узлом параллельной двухступенчатой коммутации. Сборник заданий к расчётно-графической работе и методические указания к их решению по курсу “Энергетическая электроника” для студентов направлений подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» профиль подготовки «Электропривод и автоматика» и 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника» профиль подготовки «Промышленная электроника» всех форм обучения. - Новоуральск: НТИ НИЯУ «МИФИ», 2015.- 28 с.

8.4 Информационное обеспечение (включая перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»)

1 <http://nsti.ru>

2 научная библиотека e-librari

3 ЭБС «Лань»

4 ЭБС «IPRbooks»

## 9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Лекционные занятия:
  - комплект электронных презентаций/слайдов по теме «Трансформаторы»,
  - аудитория 606, оснащенная презентационной техникой (проектор, экран, компьютер/ноутбук).

2. Практические занятия:

- компьютерный класс (ауд. 503),
- пакеты ПО общего назначения (текстовые редакторы, графические редакторы, ...),

Windows XP Professional	подписка Campus and School Agreement № 6679446	Договор № 381-877эа от 08.12.2014 г.
Windows 7 Professional	подписка Campus and School Agreement № 6679446	Договор № 381-877эа от 08.12.2014 г.
Windows 8.1	подписка Campus and School Agreement № 6679446	Договор № 381-877эа от 08.12.2014 г.
Mathcad 14.0		лицензия приобретена по договору № 334С/5П-2008 от 21.10.2008 г.
Opera	Свободно распространяемое ПО, лицензия не требуется	

## Приложение 1. Методические указания для студентов по освоению дисциплины.

Методические указания по освоению дисциплины «Энергетическая электроника» адресованы студентам очной формы обучения. Дисциплина «Энергетическая электроника» изучается на протяжении одного семестра (8 семестр). Форма контроля по итогам изучения – зачет.

Основными видами учебных занятий являются лекции, практические и лабораторные занятия, кроме этого, предусмотрена самостоятельная работа студента.

В ходе лекций рассматриваются основные понятия тем, связанные с ними теоретические и практические проблемы, даются рекомендации для самостоятельной работы и подготовке к лабораторным и практическим занятиям.

В ходе лабораторных и практических занятий углубляются и закрепляются знания студентов по ряду рассмотренных на лекциях вопросов, развиваются: навыки подбора и изучения литературы в области проектирования и эксплуатации электрических машин, навыки владения основными методами анализа и синтеза электрических машин; методами и средствами решения основных проблем построения и эксплуатации электрических машин; методами и техническими средствами, позволяющими профессионально эксплуатировать и проектировать современные электрические машины.

Организационно-методические указания к проведению лабораторных занятий Лабораторные работы проводятся в специализированной лаборатории. Номер лабораторной работы и график проведения лабораторных работ выдаётся студентам заранее до проведения лабораторного занятия. Во время проведения лабораторного занятия студенты делятся на бригады, имеющие в составе 2-3 человека. Каждая бригада во время проведения лабораторного занятия выполняет индивидуальную лабораторную работу.

В методических указаниях к лабораторным работам приводятся описание экспериментальной установки, задание для домашней подготовки, порядок проведения работы, основные требования к выполнению работ и оформлению отчетов.

Перед выполнением лабораторной работы студенты должны:

- а) ознакомиться с содержанием работы;
- б) изучить теоретический материал, необходимый для проведения лабораторной работы, используя конспект лекций и рекомендуемую техническую литературу;
- в) тщательно проработать методику проведения работы и изучить схему экспериментальной установки;
- г) произвести необходимые предварительные расчеты, подготовить протокол измерений, который должен содержать схемы экспериментального исследования и таблицы для записи результатов экспериментов и вычислений;
- д) ознакомиться с контрольными вопросами к лабораторной работе и быть готовым ответить на них во время допуска к выполнению работы.

Студенты, явившиеся на занятия не подготовленными, к выполнению лабораторной работы не допускаются.

В процессе эксперимента каждый член бригады выполняет определенные обязанности:

- снятие показаний измерительных приборов,
- фиксирование измеренных данных в подготовленных заранее таблицах,
- управление пускорегулирующей аппаратурой и др.

Отчет о проделанной работе составляется каждым студентом или один на бригаду (по согласованию с преподавателем, ведущим лабораторное занятие). Титульный лист должен быть оформлен в соответствии со следующими требованиями. Титульный лист отчёта по лабораторной работе должен содержать:

- наименования министерства, вуза, кафедры, ведущей преподавание данной дисциплины (в верхней части),

- наименование вида СРС (отчёт по лабораторной работе) крупным шрифтом, название лабораторной работы, наименование дисциплины,
- надписи «Выполнил» и «Проверил» с указанием группы и ФИО студента, должности и ФИО преподавателя,
- место и год выполнения работы (в нижней части).

Требуемое содержание отчета (необходимые схемы, таблицы и графики) указано в методическом описании каждой работы. Графики снятых и рассчитанных зависимостей желательно вычерчивать на миллиметровой бумаге по координатным осям с соответствующими делениями и обозначениями. После нанесения точек графика их соединяют плавной кривой с учетом возможного «разброса» точек ввиду их неточного снятия во время проведения эксперимента или погрешности расчета. Теоретические сведения по теме лабораторной работы, вносимые в отчет, должны быть изложены кратко и содержательно и не должны представлять собой буквальные, тем более компьютерные, копии методических материалов. В конце отчета записываются краткие выводы по проделанной работе, дается сравнительная оценка полученных практических результатов с теоретическими сведениями.

Защита лабораторной работы проводится на последнем лабораторном занятии. При подготовке к защите лабораторных работ студенты пользуются указанными в каждой работе источниками литературы. При защите отчета студент обязан проявить компетентный подход, т.е. показать не только знание материала лабораторной работы, но уметь анализировать полученные зависимости, приобрести навыки экспериментальной проверки работоспособности установки. Контрольные вопросы для подготовки к лабораторной работе и их защиты приведены в методических указаниях к соответствующей лабораторной работе. Лабораторная работа засчитывается, если студент правильно ответил на вопросы преподавателя, посвященные знанию устройства и принципу работы установки, а также пониманию физических процессов, объясняющих полученные практические результаты при проведении эксперимента. Студент должен уметь объяснить порядок действий, необходимых для выполнения любого эксперимента в лабораторной работе. Перед началом работы студенты обязаны изучить инструкцию по технике безопасности для работающих в лаборатории и расписаться о прохождении инструктажа в специальном журнале.

При подготовке к практическим занятиям каждый студент должен:

- изучить рекомендованную учебную литературу;
- изучить конспекты лекций;
- знать основные закономерности протекающих в машинах процессах и формулы и характеристики машин, соответствующие тематике лабораторного занятия.

По согласованию с преподавателем студент может подготовить реферат, доклад или сообщение по теме практического занятия.

В процессе подготовки к лабораторным и практическим занятиям студенты могут воспользоваться консультациями преподавателя.

Вопросы, не рассмотренные на лекциях и практических занятиях, должны быть изучены студентами в ходе самостоятельной работы. Контроль самостоятельной работы студентов над учебной программой курса осуществляется в ходе практических занятий методом устного опроса или посредством тестирования. В ходе самостоятельной работы каждый студент обязан прочитать основную и по возможности дополнительную литературу по изучаемой теме, дополнить конспекты лекций недостающим материалом, выписками из рекомендованных первоисточников. Выделить непонятные термины, найти их значение в словарях. Студент должен готовиться к предстоящему практическому и лабораторному занятию по всем, обозначенным в учебно-методическом комплексе вопросам. Не проясненные в ходе самостоятельной работы вопросы следует выписать в конспект лекций и впоследствии прояснить их на индивидуальных консультациях с преподавателем, ведущим данную дисциплину.

При изучении дисциплины «Энергетическая электроника» используются следующие виды самостоятельной работы студентов:

- конспектирование материала по темам, вынесенным на самостоятельное изучение;
- подготовка к практическим и лабораторным занятиям.

При реализации различных видов учебной работы используются разнообразные (в т.ч. интерактивные) методы обучения.

Для подготовки к занятиям, текущему контролю и промежуточной аттестации студенты могут воспользоваться электронной библиотекой ВУЗа, где они имеют возможность получить доступ к учебно-методическим материалам, как библиотеки ВУЗа, так и иных электронных библиотечных систем. В свою очередь, студенты могут взять на дом необходимую литературу на абонементе вузовской библиотеки, а также воспользоваться электронным читальным залом.

Результат освоения дисциплины оценивается при проведении итоговой аттестации по дисциплине. В данном случае формой итоговой аттестации по дисциплине «Энергетическая электроника» является– экзамен.

Итоговая аттестация по дисциплине может проводиться в двух вариантах:

- 1) в письменной форме – в виде контрольного задания, включающего в себя все разделы изучаемой дисциплины. Пример контрольного задания к итоговой аттестации по дисциплине приведён в Приложении 4.
- 2) в устной форме по вопросам к зачёту. Примерный перечень вопросов к экзамену приведён в Приложении 4.

## Приложение 2. Балльно-рейтинговая система оценки.

**Таблица распределения баллов текущего и итогового рейтинга по видам деятельности студента при изучении дисциплины «Энергетическая электроника»**

№ п/п.	Вид деятельности/ Срок выполнения	Количество контрольных единиц	Весовой коэффициент значимости	Количество баллов
1	Выполнение:			<b>2,5</b>
1.1	лабораторной работы 1	1	2	2
1.2	лабораторной работы 2	1	0,5	0,5
2	Оформление отчёта			<b>2,5</b>
2.1	по лабораторной работе 1	1	2	2
2.2	по лабораторной работе 2	1	0,5	0,5
3	Защита:			<b>3</b>
3.1	лабораторной работы 1	1	2	2
3.2	лабораторной работы 2	1	1	1
4	Конспектирование материала, вынесенного на самостоятельное изучение	21	1,5	<b>32</b>
5	Выполнение, оформление и защита работ, выполняемых на аудиторных практических занятиях	4	1	<b>4</b>
		1	6	<b>6</b>
ИТОГО к промежуточной аттестации				50
6	Экзамен	50	1	50
ИТОГО:				100

В результате полученные баллы переводятся в 5-балльную систему по следующей шкале:

Оценка по 5 балльной шкале	Сумма баллов по дисциплине	Оценка (ECTS)	Градация
5 (отлично)	90-100	A	Отлично - блестящие результаты с незначительными недочетами
4 (хорошо)	85-89	B	Очень хорошо - выше среднего уровня, с некоторыми недочетами
	75-84	C	Хорошо - в целом серьезная работа, но с рядом замечаний
	70-74	D	Удовлетворительно - неплохо, однако имеются серьезные недочеты
65-69			
3 (удовлетворительно)	60-64	E	Посредственно - результаты удовлетворяют минимальным требованиям (проходной балл)
2 (неудовлетворительно)	Ниже 60	F	Неудовлетворительно - требуется выполнение значительного объема работы (либо повтор курса в установленном порядке, либо основание для отчисления)

## Приложение 3 Фонд оценочных средств

### Примерный перечень вопросов для подготовки к промежуточной аттестации

- 1 Широотно-импульсный преобразователь постоянного напряжения понижающего типа. Схема, принцип работы, временные диаграммы, характеристики, достоинства и недостатки.
- 2 Широотно-импульсный преобразователь постоянного напряжения повышающего типа. Схема, принцип работы, временные диаграммы, характеристики, достоинства и недостатки.
- 3 Широотно-импульсный преобразователь постоянного напряжения повышающе-понижающего типа. Схема, принцип работы, временные диаграммы, характеристики, достоинства и недостатки
- 4 Широотно-импульсный преобразователь постоянного напряжения с трансформаторной развязкой входа-выхода. Схема, принцип работы, временные диаграммы, характеристики, достоинства и недостатки
- 5 Широотно-импульсный преобразователь постоянного напряжения с управляемым обменом энергии между реактивными элементами схемы. Схема, принцип работы, временные диаграммы, характеристики, достоинства и недостатки
- 6 Широотно-импульсный преобразователь постоянного напряжения с использованием резонансных явлений LC-контуров. Схема, принцип работы, временные диаграммы, характеристики, достоинства и недостатки
- 7 НПЧ на вентилях с неполным управлением. Принцип действия, характеристики, способы формирования выходного напряжения
- 8 НПЧ на вентилях с полным управлением. Принцип действия, характеристики, способы формирования выходного напряжения
- 9 Двухзвенные преобразователи частоты на базе автономных инверторов тока. Принцип действия, характеристики, способы формирования выходного напряжения
- 10 Двухзвенные преобразователи частоты на базе автономных инверторов напряжения. Принцип действия, характеристики, способы формирования выходного напряжения
- 11 Регуляторы переменного напряжения. Принцип действия, характеристики.
- 12 Компенсаторы реактивной мощности. Принцип действия, характеристики

## Итоговая контрольная работа для проведения промежуточной аттестации

### ЧАСТЬ 1

Перечень вопросов с вариантами ответов  
(каждый правильный ответ оценивается в 1 балл)

№	Вопрос	Варианты ответа	Шифр ответа
1	2	3	4
1	Широтно-импульсные преобразователи постоянного напряжения преобразуют...	постоянное напряжение в импульсное, среднее значение которого можно регулировать	1А
		постоянное напряжение в постоянное, среднее значение которого можно регулировать	1Б
		постоянное напряжение в переменное, среднее значение которого можно регулировать	1В
		Нет правильного ответа	1Г
2	В последовательных ШИП	управляемый клапан и дроссель включены последовательно с нагрузкой	2А
		управляемый клапан включен параллельно по отношению к нагрузке, а дроссель - последовательно с нагрузкой	2Б
		управляемый клапан включен последовательно с нагрузкой, а дроссель - параллельно нагрузке	2В
		Нет правильного ответа	2Г
3	В каких квадрантах расположена внешняя характеристика последовательного ШИП понижающего типа?	в первом	3А
		во втором	3Б
		в третьем	3В
		в четвертом	3Г
		в первом и во втором	3Д
		Нет правильного ответа	3Е
4	В каких квадрантах расположена внешняя характеристика ШИП с однополярной модуляцией, реверсированной по току?	в первом	4А
		во втором	4Б
		в третьем	4В
		в четвертом	4Г
		в первом и во втором	4Д
		Нет правильного ответа	4Е
5	Какие транзисторы и диоды работают в двигательном режиме, а какие в инверторном в ШИП с однополярной модуляцией, реверсированной по току	VT1, VT2 и VD1, VD2	5А
		VD2, VT1 и VD1, VT2	5Б
		VT1, VD1 и VT2, VD2	5В
		VT1, VT2 и VD1, VT2	5Г
		VT1, VT2 и VD1, VT1	5Д
		Нет правильного ответа	5Е

1	2	3	4
6	В мостовой схеме реверсивного ШИП поочерёдно работают транзисторы и диоды, включённые в диагональ моста. Данный вид работы возможен при...	симметричном управлении	6А
		несимметричном управлении	6Б
		раздельном управлении	6В
		совместном управлении	6Г
		Нет правильного ответа	6Д
7	Качество выходного тока ШИП определяется...	коэффициентом гармоник	7А
		коэффициентом мощности	7Б
		коэффициентом искажений	7В
		Нет правильного ответа	7Г
8	В режиме прерывистых токов внешние характеристики ШИП изменяются ...	нелинейно	8А
		линейно	8Б
		синусоидально	8В
		Нет правильного ответа	8Г
9	Регулировочная характеристика ШИП повышающего типа описывается выражением...	$U_n = U_{num} \frac{1}{1-\gamma} = U_{num} \frac{1}{1-D}$	9А
		$U_n = \gamma \cdot U_{num} = D \cdot U_{num}$	9Б
		$U_n = U_{num} \frac{\gamma}{1-\gamma} = U_{num} \frac{D}{1-D}$	9В
		Нет правильного ответа	9Г
10	При какой скважности работы транзистора повышающе-понижающего преобразователя обеспечивается постоянство напряжений на входе и выходе?	$\gamma < 0,5$	10А
		$\gamma > 0,5$	10Б
		$\gamma = 0,5$	10В
		$\gamma = 0$	10Г
		Нет правильного ответа	10Д
11	Заменой каких элементов можно осуществить преобразование схемы Кука в схему Sepic?	VD, VT	11А
		C1, L2	11Б
		L2, C2	11В
		VD, L2	11Г
		L1, VD	11Д
		L2, C1	11Е
Нет правильного ответа	11Ж		
	Наиболее эффективным способом ограничения перенапряжения в прямоходовом одноконтурном преобразователе с трансформаторной развязкой является...	использование цепочки, состоящей из диода и стабилитрона	12А
		использование дополнительной обмотки с диодом	12Б
		использование резистора и диода	12В
		использование дополнительной обмотки и резистора	12Г
		Нет правильного ответа	12Д

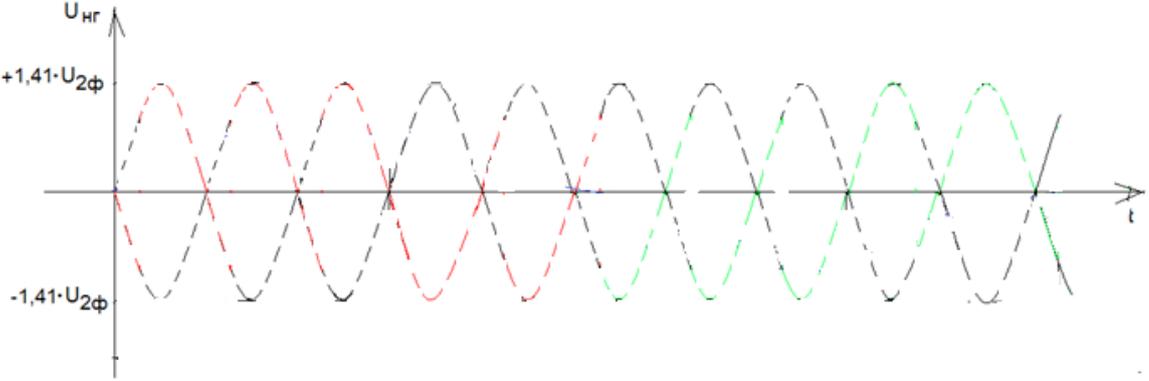
1	2	3	4
13	Регулировочная характеристика ШИП по полумостовой схеме описывается выражением...	$U_n = \frac{U_{num} \cdot n_{mp}}{2 \cdot 1 - \gamma} = \frac{U_{num} \cdot n_{mp}}{2 \cdot 1 - D}$	13А
		$U_n = \frac{\gamma \cdot n_{mp} \cdot U_{num}}{2} = \frac{D \cdot n_{mp} \cdot U_{num}}{2}$	13Б
		$U_n = \frac{U_{num}}{2} \cdot \frac{\gamma}{1 - \gamma} \cdot n_{mp} =$ $= \frac{U_{num}}{2} \cdot \frac{D}{1 - D} \cdot n_{mp}$	13В
		Нет правильного ответа	13Г
14	Для исключения сквозных токов между тактами работы транзисторов в мостовом преобразователе необходимо...	вводить паузы в работе	14А
		вводить дополнительные элементы, позволяющие снизить токи	14Б
		принудительное уменьшение токов до нуля	14В
		Нет правильного ответа	14Г
15	Какие элементы обязательно входят в состав резонансных ключей?	транзистор, конденсатор, катушка индуктивности	15А
		диод, конденсатор, катушка индуктивности	15Б
		транзистор, конденсатор, резистивный элемент	15В
		транзистор, катушка индуктивности, резистивный элемент	15Г
		Нет правильного ответа	15Д

## ЧАСТЬ 2

### Перечень вопросов без варианта ответа

(каждый полный правильный ответ оценивается максимально в 3,5 балла)

№	Вопрос
1	2
16	Нарисуйте схему ШИП повышающего типа и обозначьте контуры, характеризующие этапы работы преобразователя.
17	Нарисуйте регулировочную характеристику для инвертирующего ШИП
18	Нарисуйте типовую структурную схему преобразователя с трансформаторной развязкой входа и выхода
19	Запишите классификацию частотных преобразователей
20	Нарисуйте структурные схемы преобразователей частоты со звеном постоянного тока, соответствующие этапам их развития

1	2
21	<p>Изобразите временную диаграмму работы однофазной схемы НПЧ при угле управления <math>\alpha=30^\circ</math> и активно-индуктивной нагрузке</p> 
22	<p>Опишите от каких параметров зависит форма кривой выходного напряжения НПЧ с естественной коммутацией</p>

Дополнения и изменения к рабочей программе:

на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.  
Заведующий кафедрой ПЭ

на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.  
Заведующий кафедрой ПЭ

на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.  
Заведующий кафедрой ПЭ

на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ уч.год

В рабочую программу вносятся следующие изменения:

---

---

---

---

Рабочая программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_ г.  
Заведующий кафедрой ПЭ

Программа действительна

на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ уч.год \_\_\_\_\_ (заведующий кафедрой ПЭ)  
на 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_ уч.год \_\_\_\_\_ (заведующий кафедрой ПЭ)