

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ИНГУШСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНЖЕНЕРНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебной работе

Ф.Д. Кодзоева

« 30 » июня 2022г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**Б1.О.13.02 Силовая электроника**

Направление подготовки (Бакалавриат)

**13.03.02 Электроэнергетика и электротехника**

Направленность (Профиль подготовки)

**Электроснабжение**

Квалификация выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**очная, заочная**

г. Магас, 2022

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины «Силовая электроника» являются – формирование знаний о силовой электронике, как устройств, входящих в состав различных объектов электротехники и электроэнергетики; изучение задач экспериментального исследования, теории и техники эксперимента при проектировании, испытаниях и производстве блоков силовой электроники.

1.2. Изучение дисциплины «Силовая электроника» способствует решению следующей задачи профессиональной деятельности: ознакомление с методами экспериментального исследования, теорией и техникой устройств силовой электроники

### Место дисциплины в структуре ОПОП бакалавриата

дисциплина «Силовая электроника» относится к дисциплинам обязательной части основной профессиональной образовательной программы бакалавриата по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, изучается в 8 семестре. Индекс дисциплины Б1.О.13.02.

**Связь дисциплины «Силовая электроника» с предшествующими дисциплинами и сроки их изучения**

Таблица 2.1.

Код дисциплины	Дисциплины, предшествующие дисциплине «Силовая электроника»	Семестр
Б1.О.12.04	Техника высоких напряжений	7
Б1.В.09	Наладка электрооборудования	7

**Связь дисциплины «Силовая электроника» с последующими дисциплинами и сроки их изучения**

Таблица 2.2.

Код дисциплины	Дисциплины, следующие за дисциплиной «Силовая электроника»	Семестр

**Связь дисциплины «Силовая электроника» со смежными дисциплинами**

Таблица 2.3.

Код дисциплины	Дисциплины, смежные с дисциплиной «Силовая электроника»	Семестр
Б1.В.ДВ.04.02	Надежность систем управления	8
Б1.В.ДВ.08.01	Лифтовое хозяйство	8

### 3. Результаты освоения дисциплины (модуля) «Силовая электроника»

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по данному направлению:

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикатор достижения компетенции	В результате освоения дисциплины обучающийся должен:
ОПК-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	ОПК-4.1. Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока	<b>Знать:</b> Методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока <b>Уметь:</b> Использовать методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока <b>Владеть:</b> Навыками моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
		ОПК-4.4. Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств	<b>Знать:</b> принципа действия электронных устройств <b>Уметь:</b> продемонстрировать понимание принципа действия электронных устройств <b>Владеть:</b> навыками использования принципов действия электронных устройств

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля) «Силовая электроника»

##### 4.1. Структура дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов.

#### Содержание дисциплины ОО

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	се ме ст р	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в		Форм ы текущ его контр
			Контактная работа	Самостоятель -ная работа	



Содержание дисциплины ОЗО

№ п/п	Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)	се ме ст р	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в								Формы текущего контр							
			Контактная работа				Самостоятель-ная работа				Контр оль	Пр ов ер ка те ов ст	Пр ов ер ка нт ро ль ра бот	Пр ов ер ка ре фе та ин ых тв ор	Пр ов ер ка эсе и др.			
			Вс ег о	Ле кц ии	Пр ак тиче ск ие за ня тия	Ла бо ра тор ные за ня тия	Д .р	Са мо ст оя тель ная ра бота	Ку рс овые ра бот ы	По дг от ов ка эк зам ену						Др уг ие ви ды са мо ст оя тель ной ра бот ы		
<b>1.</b>	<b>Раз</b>																	
1.1.	Тема 1.1. Электромагнетизм	8	1	1				8		4	4							
1.2.	Тема 1.2. Дроссели (реакторы)	8	1	1				10		6	4	1						
<b>2.</b>	<b>Раз</b>																	
2.1.	Тема 2.1.. Классификация. Потери в трансформаторах	8	2	1	1			10		4	6							
2.2.	Тема 2.2. Конструкции и параметры трансформаторов	8	2	2				10		6	4	1						
<b>3</b>	<b>Разд ел 3.</b>																	
3.1.	Тема 3.1. Полупроводниковые приборы	8	2	2				10		4	6							
3.2.	Тема 3.2. Неуправляемые выпрямители. Однофазные и многофазные выпрямители	8	2	2				10		6	4	1						
3.3.	Тема 3.3. Управляемые выпрямители	8	2	1	1			10		4	6							
<b>4.</b>	<b>Раз</b>																	
4.1.	Тема 4.1. Элементы цифровой техники	8	2	2				10		6	4							

4.2.	Тема 4.2. Микропроцессоры и микропроцессорные системы в силовой	8	2	2			10		4	6	1				
	Общая трудоемкость, в часах	8	16	14	2		88				4				
											*				

## 4.2. Содержание дисциплины (модуля)

### Раздел 1. Магнитные элементы электронных устройств

#### Тема 1.1. Электромагнетизм

Физические основы электромагнетизма. Динамические процессы при перемагничивании ферромагнитных материалов. Связь между электрическими и магнитными величинами для сердечника с обмотками. Сопротивление магнитному потоку. Магнитодвижущая сила и напряженность магнитного поля.

#### Тема 1.2. Дроссели (реакторы)

Сглаживающие дроссели. Подходы для определения типоразмеров сердечника дросселей. Дроссели переменного тока. Отсутствие в дросселях переменного тока подмагничивания постоянным током. Основные соотношения при расчете дросселя без подмагничивания. Потери в дросселе при перемагничивании переменного тока.

### Раздел 2. Трансформаторы

#### Тема 2.1. Классификация, параметры трансформаторов

Классификация трансформаторов по уровню мощности, по назначению, по числу фаз. Силовой трансформатор. Автотрансформатор. Импульсные трансформаторы. Измерительные трансформаторы. Измерительно-силовые трансформаторы. Согласующие трансформаторы. Фазоинвертирующие трансформаторы. Потери в трансформаторах. Параметры однофазного трансформатора в различных режимах. Электромагнитная схема трансформатора. Коэффициентом трансформации. Многофазные трансформаторы

#### Тема 2.2. Конструкции трансформаторов. Принцип действия

Основные части конструкции трансформатора - обмотки; магнитная система (магнитопровод); система охлаждения. Базовые концепции конструкций трансформаторов: стержневой и броневой типы трансформаторов. Конструктивный расчет трансформатора, работающего в двухтактном режиме перемагничивания. Моделирование сердечника и процессов в нем. Однотактный режим перемагничивания, анализ процессов. Внешние характеристики трансформаторов. Коэффициент полезного действия. Трансформаторы в ключевых схемах. Режимы работы трансформатора. Номинальный режим работы трансформаторов. Токи, напряжения и потери энергии в сердечнике.

### Раздел 3. Преобразовательные установки электропитания силовых установок

#### Тема 3.1. Полупроводниковые приборы

Свойство р—n -переходов, а также других электрических переходов, используемое в полупроводниковых диодах. Разделение по функциональному назначению полупроводниковых диодов. Явления взаимодействия двух близко расположенных р—n-переходов, на которых основана работа биполярных транзисторов. Режимы работы биполярного транзистора. Основной режим работы биполярного транзистора, применяемый для усиления сигналов. Полевые транзисторы с управляющим р—n-переходом. МДП-транзисторы с индуцированным

каналом и со встроенным каналом. Наиболее распространенная структура тиристора. Управляемые и неуправляемые тиристоры. Вольт-амперные характеристики управляемых тиристоров. Основная область применения тиристоров.

**Тема 3.2.** Неуправляемые выпрямители. Однофазные многофазные выпрямители. Понятие об идеализированных вентилях. Основные схемы выпрямления однофазного тока: однополупериодная, нулевая, двухполупериодная, мостовая. Основные схемы выпрямления трехфазного тока: трехфазная нулевая, мостовая. Их сравнение. Составные схемы выпрямления трехфазного тока. Выходной ток идеализированного неуправляемого выпрямителя. Его гармонический состав. Коэффициент искажения. Влияние высших гармоник выходного тока выпрямителя на питающую сеть. Понятие об электромагнитной совместимости выпрямителя с питающей сетью.

**Тема 3.3.** Управляемые выпрямители

Управляемые (регулируемые) выпрямители создаются с применением тиристоров, транзисторов или других управляющих приборов. Сущность работы тиристорного управляемого выпрямителя. Схема управления тиристором. Фазоимпульсный (вертикальный) принцип управления тиристорным выпрямителем и его использование в тиристорных преобразователях различного назначения. 9 Двухполупериодный тиристорный управляемый выпрямитель. Структурная схема многофазной системы импульсно-фазового управления (СИФУ). Схема трехфазного, однополупериодного тиристорного преобразователя. Схема трехфазного мостового (двухполупериодного) тиристорного преобразователя.

**Раздел 4.** Управляющие элементы в силовой электронике

**Тема 4.1.** Элементы цифровой техники

Основные понятия алгебры логики, схемные представления логических функций. Основные комбинационные устройства. Цифровые автоматы. Аналого-цифровые преобразователи (АЦП). Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП). Запоминающие устройства, основные типы. Структура ОЗУ матричного вида. Управляющие цепи для обеспечения режима хранения, чтения и записи информации.

**Тема 4.2.** Микропроцессоры и микропроцессорные системы в силовой электронике

Структурная схема микропроцессорной системы с трехшинной архитектурой, её основные узлы: центральный процессор, память и внешние устройства. Назначение шин адреса, данных и управления.

Однокристалльные МП. Структурная схема однокристалльных МП на примере МП КР580ВМ80.

Основные узлы МП, буферы шин адреса и данных, регистры общего назначения (РОН), регистр команд, программный счетчик, схема синхронизации и управления, арифметико-логическое устройство (АЛУ), указатель стека.

Контур регулирования непрерывной модели силового электропривода с тиристорным преобразователем (ТП). Микропроцессорная система 10 (МПС)встроена в контур управления силовым электроприводом (ЭП).

Выработка и подача управляющих воздействий от МПС на тиристорный преобразователь силового электропривода прокатного стана.

Структурная и эквивалентная структурная схемы комплекса МП-системы, тиристорного преобразователя и силового электропривода.

Передаточная функция  $W(p)$  непрерывной части системы разомкнутого контура регулирования модели тиристорного преобразователя с ЭП в режиме непрерывного тока. Представление цифровой части системы в виде дискретизатора, цифрового фильтра и формирующего элемента позволяет использовать для анализа и синтеза, цифровых систем математический аппарат дискретных систем.

Передаточные функции разомкнутой системы и замкнутой системы комплекса: управляющая МПС, тиристорный преобразователь, электропривод.

Переходный процесс в системе тиристорного преобразователя и электропривода, управляемого МП-системой. Качественные показатели переходного процесса.

## 5. Образовательные технологии

При подготовке бакалавров-биологов используются следующие основные формы проведения учебных занятий:

- интерактивные лекции;
- лекции-пресс-конференции;
- тренинги и семинары по развитию профессиональных навыков;
- групповые, научные дискуссии, дебаты.

**6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

### **6.1. План самостоятельной работы студентов**

№ нед.	Тема	Вид самостоятельной работы	Задание	Рекомендуемая литература	Количество часов
1.	Магнитные элементы силовой электроники	Контрольная работа	Изучить магнитные элементы силовой электроники	1,2,3,4	4
2.	Трансформаторы	Контрольная работа	Изучить основные виды трансформаторов	1,2,3,4	4
3.	Преобразовательные устройства электропитания силовых установок	Коллоквиум	Ознакомиться с основными видами преобразовательных устройств электропитания силовых установок	1,2,3,4	6
4.	Управляющие элементы в силовой электронике	Коллоквиум	Ознакомиться с управляющими элементами в силовой электронике	1,2,3,4	6

### **6.2. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов**

Учебным планом направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» по дисциплине «Силовая электроника» предусматривается самостоятельная работа студента, которая выполняется следующими видами самостоятельной работы: написание контрольной работы по дисциплине, сдача коллоквиума.

## **6.2.1. Методические рекомендации по выполнению контрольной работы**

### **Общие указания**

Контрольная работа – самостоятельный труд студента, который способствует углублённому изучению пройденного материала. Перечень тем разрабатывается преподавателем.

### **Цель выполняемой работы:**

- получить специальные знания по выбранной теме;

### **Основные задачи выполняемой работы:**

- 1) закрепление полученных ранее теоретических знаний;
- 2) выработка навыков самостоятельной работы;
- 3) выяснение подготовленности студента к изучению следующей темы.

Весь процесс написания контрольной работы можно условно разделить на следующие этапы:

- а) выбор темы и составление предварительного плана работы;
- б) сбор научной информации, изучение литературы;
- в) анализ составных частей проблемы, изложение темы;
- г) обработка материала в целом.

Подготовку контрольной работы следует начинать с повторения соответствующего раздела учебника, учебных пособий по данной теме и конспектов лекций, прочитанных ранее. Приступать к выполнению работы без изучения основных положений и понятий науки, не следует, так как в этом случае студент, как правило, плохо ориентируется в материале, не может отграничить смежные вопросы и сосредоточить внимание на основных, первостепенных проблемах рассматриваемой темы.

После выбора темы необходимо внимательно изучить методические рекомендации по подготовке контрольной работы, составить план работы, который должен включать основные вопросы, охватывающие в целом всю прорабатываемую тему.

### **Требования к содержанию контрольной работы**

В содержании контрольной работы необходимо показать знание рекомендованной литературы по данной теме, но при этом следует правильно пользоваться первоисточниками, избегать чрезмерного цитирования. При использовании цитат необходимо указывать точные ссылки на используемый источник: указание автора (авторов), название работы, место и год издания, страницы.

В процессе работы над первоисточниками целесообразно делать записи, выписки абзацев, цитат, относящихся к избранной теме. При изучении специальной юридической литературы (монографий, статей, рецензий и т.д.) важно обратить внимание на различные точки зрения авторов по исследуемому вопросу, на его приводимую аргументацию и выводы, которыми опровергаются иные концепции.

Кроме рекомендованной специальной литературы, можно использовать любую дополнительную литературу, которая необходима для раскрытия темы контрольной работы. Если в период написания контрольной работы были приняты новые нормативно-правовые акты, относящиеся к излагаемой теме, их необходимо изучить и использовать при её выполнении.

В конце контрольной работы приводится полный библиографический перечень использованных нормативно-правовых актов и специальной литературы. Данный список условно можно подразделить на следующие части:

1. Нормативно-правовые акты (даются по их юридической силе).
2. Учебники, учебные пособия.
3. Монографии, учебные, учебно-практические пособия.
4. Периодическая печать.

Первоисточники 1,2,3,4 даются по алфавиту.

Оформление библиографических ссылок осуществляется в следующем порядке:

1. Фамилия и инициалы автора (коллектив авторов) в именительном падеже. При наличии трех и более авторов допускается указывать фамилии и инициалы первых двух и добавить «и

др.». Если книга написана авторским коллективом, то ссылка делается на название книги и её редактора. Фамилию и инициалы редактора помещают после названия книги.

2. Полное название первоисточника в именительном падеже.
3. Место издания.
4. Год издания.
5. Общее количество страниц в работе.

Ссылки на журнальную или газетную статью должны содержать кроме указанных выше данных, сведения о названии журнала или газеты.

Ссылки на нормативный акт делаются с указанием Собрания законодательства РФ, исключение могут составлять ссылки на Российскую газету в том случае, если данный нормативный акт еще не опубликован в СЗ РФ.

Ссылки на используемые первоисточники можно делать в конце каждой страницы, либо в конце всей работы, нумерация может начинаться на каждой странице.

Структурно контрольная работа состоит только из нескольких вопросов (3-6), без глав. Она обязательно должна содержать теорию и практику рассматриваемой темы.

### **3. Порядок выполнения контрольной работы**

Контрольная работа излагается логически последовательно, грамотно и разборчиво.

Она обязательно должна иметь титульный лист. Он содержит название высшего учебного заведения, название темы, фамилию, инициалы, учёное звание и степень научного руководителя, фамилию, инициалы автора, номер группы.

На следующем листе приводится содержание контрольной работы. Оно включает в себя: введение, название вопросов, заключение, список литературы.

Введение должно быть кратким, не более 1 страницы. В нём необходимо отметить актуальность темы, степень ее научной разработанности, предмет исследования, цель и задачи, которые ставятся в работе. Изложение каждого вопроса необходимо начать с написания заголовка, соответствующему оглавлению, который должен отражать содержание текста. Заголовки от текста следует отделять интервалами. Каждый заголовок обязательно должен предшествовать непосредственно своему тексту. В том случае, когда на очередной странице остаётся место только для заголовка и нет места ни для одной строчки текста, заголовки нужно писать на следующей странице.

Излагая вопрос, каждый новый смысловой абзац необходимо начать с красной строки. Закончить изложение вопроса следует выводом, итогом по содержанию данного раздела.

Изложение содержания всей контрольной работы должно быть завершено заключением, в котором необходимо дать выводы по написанию работы в целом.

Страницы контрольной работы должны иметь нумерацию (сквозной). Номер страницы ставится внизу в правом углу. На титульном листе номер страницы не ставится. Оптимальный объём контрольной работы 10-15 страниц машинописного текста (размер шрифта 12-14) через полуторный интервал на стандартных листах формата А-4, поля: верхнее –15 мм, нижнее – 15мм, левое –25мм, правое –10мм.

В тексте контрольной работы не допускается произвольное сокращение слов (кроме общепринятых).

Срок выполнения контрольной работы определяется преподавателем. По результатам проверки контрольная работа оценивается на 2-5 баллов. В случае отрицательной оценки, студент должен ознакомиться с замечаниями и, устранив недостатки, повторно сдать работу на проверку.

### **6.2.2. Методические рекомендации по подготовке и сдаче коллоквиума**

**Коллоквиум**(в переводе с латинского «беседа, разговор») – форма текущего контроля знаний студентов, которая проводится в виде собеседования преподавателя и студента по самостоятельно подготовленной студентом теме.

Он применяется для проверки знаний по определенному разделу (или объемной теме) и принятия решения о том, можно ли переходить к изучению нового материала. Коллоквиум — это беседа со студентами, целью которой является выявление уровня овладения новыми

знаниями. В отличие от семинара главное на коллоквиуме — это проверка знаний с целью их систематизации.

**Целью коллоквиума** является формирование у студента навыков анализа теоретических проблем на основе самостоятельного изучения учебной и научной литературы.

На коллоквиум выносятся крупные, проблемные, нередко спорные теоретические вопросы. Коллоквиум может проводиться по вопросам, осаждавшимся на семинарах. Конкретные вопросы для коллоквиума студентам не сообщаются, однако заранее формулируются преподавателем. Предполагаемый объем ответа не должен быть большим (примерно 1,5-2 минуты), чтобы преподаватель мог успеть опросить всех студентов.

**От студента требуется:**

- владение изученным в ходе учебного процесса материалом, относящимся к рассматриваемой проблеме;
- наличие собственного мнения по обсуждаемым вопросам и умение его аргументировать.

Коллоквиум — это не только форма контроля, но и метод углубления, закрепления знаний студентов, так как в ходе собеседования преподаватель разъясняет сложные вопросы, возникающие у студента в процессе изучения данного источника.

Задача коллоквиума добиться глубокого изучения отобранного материала, пробудить у студента стремление к чтению дополнительной экономической литературы.

**Подготовка к проведению коллоквиума.**

Подготовка к коллоквиуму предполагает несколько этапов:

1. Подготовка к коллоквиуму начинается с установочной консультации преподавателя, на которой он разъясняет развернутую тематику проблемы, рекомендует литературу для изучения и объясняет процедуру проведения коллоквиума.

2. Как правило, на самостоятельную подготовку к коллоквиуму студенту отводится 3–4 недели. Подготовка включает в себя изучение рекомендованной литературы и (по указанию преподавателя) конспектирование важнейших источников.

3. Коллоквиум проводится в форме индивидуальной беседы преподавателя с каждым студентом или беседы в небольших группах (3–5 человек).

4. Преподаватель задает несколько кратких конкретных вопросов, позволяющих выяснить степень добросовестности работы с литературой, контролирует конспект. Далее более подробно обсуждается какая-либо сторона проблемы, что позволяет оценить уровень понимания.

6. По итогам коллоквиума выставляется дифференцированная оценка, имеющая большой удельный вес в определении текущей успеваемости студента.

**Особенности и порядок сдачи коллоквиума.** Студент может себя считать готовым к сдаче коллоквиума по избранной работе, когда у него есть им лично составленный и обработанный конспект сдаваемой работы, он знает структуру работы в целом, содержание работы в целом или отдельных ее разделов (глав); умеет раскрыть рассматриваемые проблемы и высказать свое отношение к прочитанному и свои сомнения, а также знает, как убедить преподавателя в правоте своих суждений.

Проведение коллоквиума позволяет студенту приобрести опыт работы над первоисточниками, что в дальнейшем поможет с меньшими затратами времени работать над литературой по курсовой работе и при подготовке к экзаменам.

### **6.3. Материалы для проведения текущего и промежуточного контроля знаний студентов**

#### ***Контроль освоения компетенций***

№ п\п	Вид контроля	Контролируемые темы (разделы)	Компетенции, компоненты которых контролируются
1.	Контрольная работа	Изучить магнитные элементы силовой электроники. Изучить основные виды трансформаторов.	ОПК-4; ПК-2
2.	Коллоквиум	Ознакомиться с основными видами преобразовательных устройств электропитания силовых установок. Ознакомиться с управляющие элементы в силовой электронике.	ОПК-4; ПК-2
3.	Зачет	Изучить магнитные элементы силовой электроники. Изучить основные виды трансформаторов. Ознакомиться с основными видами преобразовательных устройств электропитания силовых установок. Ознакомиться с управляющие элементы в силовой электронике.	ОПК-4; ПК-2

Текущий контроль проводится систематически в часы аудиторных занятий или во время аудиторной самостоятельной работы обучающихся. Рубежный контроль проводится с помощью отдельно разработанных оценочных средств.

Промежуточный контроль организовывается на основе суммирования данных текущего и рубежного контроля.

### **Процедуры и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

#### **Зачет**

Зачет является формой оценки качества освоения обучающимся основной профессиональной образовательной программы по разделам дисциплины. По результатам зачета обучающемуся выставляется оценка «зачтено» или «не зачтено».

Зачет проводится по окончании чтения лекций и выполнения практических занятий. Зачетным является последнее занятие по дисциплине. Зачет принимается преподавателями, проводившими практические занятия, или читающими лекции по данной дисциплине. В случае отсутствия ведущего преподавателя зачет принимается преподавателем, назначенным распоряжением заведующего кафедрой. С разрешения заведующего кафедрой на зачете может присутствовать преподаватель кафедры, привлеченный для помощи в приеме зачета.

Присутствие на зачетах преподавателей с других кафедр без соответствующего распоряжения ректора, проректора по учебной работе или декана факультета не допускается.

Формы проведения зачетов (устный опрос по билетам, письменная работа, тестирование и др.) определяются кафедрой и доводятся до сведения обучающихся в начале семестра. 25

Для проведения зачета ведущий преподаватель накануне получает в деканате зачетно-экзаменационную ведомость, которая возвращается в деканат после окончания мероприятия в день проведения зачета или утром следующего дня.

Обучающиеся при явке на зачет обязаны иметь при себе зачетную книжку, которую они предъявляют преподавателю.

Во время зачета обучающиеся могут пользоваться с разрешения ведущего преподавателя справочной и нормативной литературой, другими пособиями и техническими средствами.

Время подготовки ответа в устной форме при сдаче зачета должно составлять не менее 20 минут (по желанию обучающегося ответ может быть досрочным). Время ответа - не более 10 минут.

Преподавателю предоставляется право задавать обучающимся дополнительные вопросы в рамках программы дисциплины.

Качественная оценка «зачтено», внесенная в зачетную книжку и зачетно-экзаменационную ведомость, является результатом успешного усвоения учебного материала.

Результат зачета в зачетную книжку выставляется в день проведения зачета в присутствии самого обучающегося. Преподаватели несут персональную ответственность за своевременность и точность внесения записей о результатах промежуточной аттестации в зачетно-экзаменационную ведомость и в зачетные книжки.

Если обучающийся явился на зачет и отказался от прохождения аттестации в связи с неподготовленностью, то в зачетно-экзаменационную ведомость ему выставляется оценка «не зачтено».

Неявка на зачет отмечается в зачетно-экзаменационной ведомости словами «не явился».

Нарушение дисциплины, списывание, использование обучающимися неразрешенных печатных и рукописных материалов, мобильных телефонов, коммуникаторов, планшетных компьютеров, ноутбуков и других видов личной коммуникационной и компьютерной техники во время зачета запрещено. В случае нарушения этого требования преподаватель обязан удалить обучающегося из аудитории и проставить ему в ведомости оценку «не зачтено».

Обучающимся, не сдавшим зачет в установленные сроки по уважительной причине, индивидуальные сроки проведения зачета определяются приказом ректора Университета

Шкала	Критерии оценивания
Оценка «зачтено»	знание программного материала, усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной программой дисциплины, правильное решение инженерной задачи (допускается наличие малозначительных ошибок или недостаточно полное раскрытие содержание вопроса или погрешность принципиального характера в ответе на вопросы).
Оценка «не зачтено»	пробелы в знаниях основного программного материала, принципиальные ошибки при ответе на вопросы.

### Вопросы к зачету:

Раздел 1.

1. Пояснить процессы, протекающие в ферромагнитных материалах в магнитном поле.
2. Какие вещества называются магнитными материалами?
3. Как происходит намагничивание магнитного материала в магнитном поле?
4. Чему равен результирующий магнитный момент  $M$  в макроскопическом смысле?
5. Как характеризуются магнитные свойства элемента?
6. Каким соотношением связаны вектора магнитной индукции  $B$  и напряженности поля  $H$ ? 7. Чему равна полная магнитная индукция в веществе?
8. Поясните понятие абсолютной и относительной магнитной проницаемости.

9. Какие выделяют основные виды магнитных материалов?
10. Какие виды магнитных материалов чаще применяют в блоках электротехники и электроники?
11. Какая зависимость называется кривой намагничивания?
12. Назовите типы кривых намагничивания.
13. Основные параметры петли гистерезиса?
14. Что определяет коэрцитивная сила ?
15. Чем обусловлена реверсивная магнитная проницаемость?
16. Что возбуждает перемагничивание магнитных материалов в переменных полях?
17. Предназначение сглаживающих дросселей?
18. Чему пропорциональна энергия, запасенная в дросселе?
19. Для какой геометрии сердечника плотность тока в обмотке является степенной функцией?
20. Где используются дроссели, работающие на переменном токе?
21. От чего зависит выпучивание магнитного потока в зазоре?

## Раздел 2

1. Как классифицируются трансформаторы?
2. Чем объясняются потери в трансформаторах?
3. Что индуцирует в обмотках переменный магнитный поток?
4. Чем определяется отношение электродвижущих сил в обмотках?
5. Что называется изменением напряжения трансформатора при нагрузке?
6. Как экспериментально определить коэффициент трансформации, ток холостого хода?
7. Составляющие потери мощности в магнитопроводе?
8. Приведите схему замещения трансформатора на холостом ходу?
9. Как экспериментально определить токи короткого замыкания в обмотках трансформатора?
10. Исходя из какого физического закона определяют активное сопротивление обмотки в режиме короткого замыкания?
11. Что определяет коэффициент загрузки?
12. Чему пропорциональны потери в медных обмотках?
13. Чему равен коэффициент полезного действия?

## Раздел 3

1. Разрешенные и запрещенные зоны в веществе?
2. Как влияет концентрация примеси на положение уровня Ферми?
3. Поясните собственную электропроводность полупроводника.
4. Что означает диффузия и дрейф носителей заряда?
5. Поясните механизм образования электронно-дырочного перехода.
6. Инжекция и экстракция носителей заряда?
7. Вольт-амперная характеристика p—n-перехода?
8. Режимы работы биполярного транзистора?
9. Приведите схемы включения биполярного транзистора.
10. Поясните семейство выходных характеристик транзистора в схеме с общим эмиттером. 11. Объясните неодинаковое изменение толщины канала вдоль его длины при изменении напряжения  $U_{си}$ .
12. Чем отличается полевой транзистор с изолированным затвором от транзистора с управляющим p—n-переходом?
13. Чем отличаются структуры МДП-транзисторов с индуцированным и со встроенным каналом?
14. Поясните управляющие и выходные характеристики полевого транзистора.

15. Наиболее распространенная структура тиристора?
16. Различия управляемых и неуправляемых тиристоров?
17. Поясните вольт-амперные характеристики управляемых тиристоров.
18. Основная область применения тиристоров?
19. Понятие об идеализированных вентилях.
20. Выходной ток идеализированного неуправляемого выпрямителя?
21. Основные схемы выпрямления однофазного тока: однополупериодная, нулевая, двухполупериодная, мостовая.
22. Основные схемы выпрямления трехфазного тока: трехфазная нулевая, мостовая.
23. С какими полупроводниковыми приборами создаются управляемые (регулируемые) выпрямители?
24. Поясните работу тиристорного управляемого выпрямителя.
25. Схема управления тиристором?
26. Поясните фазоимпульсный (вертикальный) принцип управления тиристорным выпрямителем.
27. Приведите схему и объясните работу двухполупериодного тиристорного управляемого выпрямителя.
28. Поясните структурную схему многофазной системы импульснофазового управления (СИФУ).
29. Приведите схему и объясните работу схемы трехфазного, однополупериодного тиристорного преобразователя.
30. Схема трехфазного мостового (двухполупериодного) тиристорного преобразователя?

#### Раздел 4

1. Основные понятия алгебры логики.
2. Схемные представления логических функций?
3. Приведите основные комбинационные устройства.
4. Что являются цифровыми автоматами?
5. Поясните работу аналого-цифровых преобразователей (АЦП).
6. Цифроаналоговые преобразователи (ЦАП).
7. Запоминающие устройства, основные типы.
8. Структура ОЗУ матричного вида.
9. Управляющие цепи для обеспечения режима хранения, чтения и записи информации.
10. Структурная схема микропроцессорной системы с трехшинной архитектурой,
11. Основные узлы: центральный процессор, память и внешние устройства.
12. Назначение шин адреса, данных и управления?
13. Устройство однокристалльных МП?
14. Поясните структурную схему однокристалльных МП на примере 14 МП КР580ВМ80.
15. Перечислите основные узлы МП.
16. Для чего предназначены буферы шин адреса и данных?
17. Функция регистров общего назначения (РОН)?
18. Для чего предназначен регистр команд?
19. Функция программного счетчика?
20. Для чего необходимы схема синхронизации и управления?
21. Назначение арифметико-логического устройства (АЛУ)?
22. Функциональное предназначение указатель стека.

23. Контур регулирования непрерывной модели силового электропривода с тиристорным преобразователем (ТП).
24. Приведите схему микропроцессорной системы, встроенной в контур управления силовым электроприводом (ЭП).
25. Как происходит выработка и подача управляющих воздействий от МПС на тиристорный преобразователь силового электропривода прокатного стана?
26. Поясните структурную и эквивалентную структурную схемы комплекса МП-системы, тиристорного преобразователя и силового электропривода.
27. Представить передаточную функцию  $W(p)$  непрерывной части системы разомкнутого контура регулирования модели тиристорного преобразователя с ЭП в режиме непрерывного тока.
28. Пояснить представление цифровой части системы в виде дискретизатора, цифрового фильтра и формирующего элемента, что позволяет использовать для анализа и синтеза, цифровых систем математический аппарат дискретных систем.
29. Передаточные функции разомкнутой системы и замкнутой системы комплекса: управляющая МПС, тиристорный преобразователь, электропривод.
30. Переходный процесс в системе тиристорного преобразователя и электропривода, управляемого МП-системой.
31. Приведите другие качественные показатели переходного процесса.

## **7. Учебно-методическое и материально-техническое обеспечение дисциплины(модуля) «Силовая электроника»**

### **7.1. Интернет-ресурсы**

<http://www.biblio-online.ru/book/>

<http://www.biblio-online.ru/book>

<http://www.iprbookshop.ru/>

<http://www.iprbookshop.ru/>

<http://elibrary.ru/default.asp> Российская национальная библиотека

<http://primo.nlr.ru> <http://nbmgu.ru> Электронная библиотека Российской государственной библиотеки

<http://elibrary.rsl.ru> Научная электронная библиотека

### **7.2. Программное обеспечение**

Университет обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» как на территории университета, так и вне ее.

Университет обеспечен следующим комплектом лицензионного программного обеспечения.

1. Лицензионное программное обеспечение, используемое в ИнГГУ
  - 1.1. Microsoft Windows 7
  - 1.1. Microsoft Office 2007
  - 1.1. Программный комплекс ММИС “Деканат”
  - 1.1. Программный комплекс ММИС “Визуальная Студия Тестирования”
  - 1.1. Антивирусное ПО Eset Nod32
  - 1.1. Справочно-правовая система “Консультант”
  - 1.1. Справочно-правовая система “Гарант”

Наряду с традиционными изданиями студенты и сотрудники имеют возможность пользоваться электронными полнотекстовыми базами данных:

Название ресурса	Ссылка/доступ
Электронная библиотека онлайн «Единое окно к образовательным ресурсам»	<a href="http://window.edu.ru">http://window.edu.ru</a>
«Образовательный ресурс России»	<a href="http://school-collection.edu.ru">http://school-collection.edu.ru</a>
Федеральный образовательный портал: учреждения, программы, стандарты, ВУЗы, тесты ЕГЭ, ГИА	<a href="http://www.edu.ru">http://www.edu.ru</a> –
Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (ФЦИОР)	<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -
<a href="http://fcior.edu.ru">http://fcior.edu.ru</a> -	<a href="http://polpred.com/news">http://polpred.com/news</a>
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://www.studentlibrary.ru">http://www.studentlibrary.ru</a>
Русская виртуальная библиотека	<a href="http://rvb.ru">http://rvb.ru</a> –
Кабинет русского языка и литературы	<a href="http://ruslit.ioso.ru">http://ruslit.ioso.ru</a> –
Национальный корпус русского языка	<a href="http://ruscorpora.ru">http://ruscorpora.ru</a> –
Издательство «Лань». Электронно-библиотечная система	<a href="http://e.lanbook.com">http://e.lanbook.com</a>
Еженедельник науки и образования Юга России «Академия»	<a href="http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm">http://old.rsue.ru/Academy/Archives/Index.htm</a>
Научная электронная библиотека «e-Library»	<a href="http://elibrary.ru/defaultx.asp">http://elibrary.ru/defaultx.asp</a> -
Электронно-библиотечная система IPRbooks	<a href="http://www.iprbookshop.ru">http://www.iprbookshop.ru</a> -
Электронно-справочная система документов в сфере образования «Информио»	<a href="http://www.informio.ru">http://www.informio.ru</a>
Информационно-правовая система «Консультант-плюс»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ

Информационно-правовая система «Гарант»	Сетевая версия, доступна со всех компьютеров в корпоративной сети ИнГГУ
Электронно-библиотечная система «Юрайт»	<a href="https://www.biblio-online.ru">https://www.biblio-online.ru</a>

### 7.3. Материально-техническое обеспечение

**Материально-техническая база университета** позволяет обеспечивать качественное проведение теоретических и практических занятий.

Перечень необходимых технических средств обучения, используемых в учебном процессе для освоения дисциплины «Силовая электроника»:

- компьютерное и мультимедийное оборудование;
- видео- и аудиовизуальные средства обучения и др.

Используемое общее и специализированное учебное оборудование, наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий с перечнем основного лабораторного оборудования, средств измерительной техники приведены в табл. 12.1.

Рабочая программа дисциплины «Силовая электроника» составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 13.03.02. Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от «28» февраля 2018 г. №144.

Программу составил:

ассистент, Арчаков Азраил Адамович  
(должность, Ф.И.О)

Программа одобрена на заседании кафедры «Электроэнергетика и электротехника»

Протокол № 10 от «16» июня 2022 года

Программа одобрена Учебно-методическим советом инженерно – технического института

Протокол № 10 от «21» июня 2022 года

Программа рассмотрена на заседании Учебно-методического совета университета

Протокол № 10 от «29» июня 2022 г.

**Сведения о переутверждении программы на очередной учебный год и регистрации изменений**

Учебный год	Решение кафедры (№ протокола, дата)	Внесенные изменения	Подпись зав. кафедрой