

**Министерство науки и высшего образования РФ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  
**высшего образования**  
**«Национальный исследовательский университет «МЭИ»**

---

Направление подготовки/специальность: 11.04.04 Электроника и нанoeлектроника

Наименование образовательной программы: Промышленная электроника и микропроцессорная техника

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

**Рабочая программа дисциплины**  
**МАГНИТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**


<b>Блок:</b>	<b>Блок 1 «Дисциплины (модули)»</b>
<b>Часть образовательной программы:</b>	<b>Часть, формируемая участниками образовательных отношений</b>
<b>№ дисциплины по учебному плану:</b>	<b>Б1.Ч.03</b>
<b>Трудоемкость в зачетных единицах:</b>	<b>1 семестр - 4;</b>
<b>Часов (всего) по учебному плану:</b>	<b>144 часа</b>
<b>Лекции</b>	<b>1 семестр - 16 часов;</b>
<b>Практические занятия</b>	<b>1 семестр - 32 часа;</b>
<b>Лабораторные работы</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Консультации</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>Самостоятельная работа</b>	<b>1 семестр - 95,7 часа;</b>
<b>в том числе на КП/КР</b>	<b>не предусмотрено учебным планом</b>
<b>Иная контактная работа</b>	<b>проводится в рамках часов аудиторных занятий</b>
<b>включая:</b> <b>Тестирование</b> <b>Контрольная работа</b> <b>Расчетно-графическая работа</b>	
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>Зачет с оценкой</b>	<b>1 семестр - 0,3 часа;</b>

**Москва 2020**

## ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186

(подпись)

М.Г. Асташев

(расшифровка  
подписи)

## СОГЛАСОВАНО:

Руководитель  
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Рашитов П.А.
	Идентификатор	R66e8dfb1-RashitovPA-1953162C

(подпись)

П.А. Рашитов

(расшифровка  
подписи)

Заведующий выпускающей  
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Асташев М.Г.
	Идентификатор	R7a29e524-AstashevMG-0583186

(подпись)

М.Г. Асташев

(расшифровка  
подписи)

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель освоения дисциплины:** изучение методов анализа режимов работы и принципов проектирования магнитных элементов электронных устройств

### Задачи дисциплины

- изучение основных типов магнитных элементов, используемых в составе электронных устройств, и принципов их работы;
- освоение методов анализа режимов работы и электромагнитных процессов, протекающих в магнитных элементах в составе полупроводниковых преобразователей электрической энергии;
- изучение основных свойств и характеристик промышленно выпускаемых магнитных материалов;
- приобретение навыков по проектированию магнитных элементов в составе полупроводниковых преобразователей электрической энергии.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен проводить и сопровождать работы по проектированию устройств электроники и нанoeлектроники в соответствии с требованиями технического задания	ИД-1 <sub>ПК-1</sub> Знает современный технологический базис и технические решения и осуществляет выбор на основе технических требований к устройствам электроники и нанoeлектроники	знать: - свойства современных магнитных материалов и типы магнитопроводов; современные подходы к проектированию магнитных элементов электронных устройств.  уметь: - осуществлять обоснованный выбор магнитопроводов при проектировании магнитных элементов; проектировать магнитные элементы электронных устройств.
ПК-1 Способен проводить и сопровождать работы по проектированию устройств электроники и нанoeлектроники в соответствии с требованиями технического задания	ИД-2 <sub>ПК-1</sub> Умеет использовать алгоритмы решения исследовательских задач, компьютерного моделирования и верификации моделей элементов, узлов и блоков электронного устройства	знать: - принципы анализа электромагнитных процессов в полупроводниковых преобразователях и подходы к построению моделей магнитных элементов.  уметь: - проводить исследование и расчёт электромагнитных процессов в полупроводниковых преобразователях с магнитными элементами; разрабатывать имитационные и аналитические модели магнитных элементов электронных устройств.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Промышленная электроника и микропроцессорная техника (далее – ОПОП), направления

подготовки 11.04.04 Электроника и микроэлектроника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать свойства и характеристики базовых пассивных и полупроводниковых компонентов электронных схем
- знать базовые подходы к анализу электронных цепей
- уметь проводить расчёт электрических цепей, содержащих электронные компоненты

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

### 3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Классификация магнитных элементов электронных устройств, физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля	17	1	2	-	5	-	-	-	-	-	10	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Классификация магнитных элементов электронных устройств, физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля." Студентам необходимо изучить единицы измерения основных магнитных величин в системах СИ и СГСМ и коэффициенты связи между ними.</p> <p><b><u>Подготовка расчетных заданий:</u></b> Задания ориентированы на решения минизаданий по разделу "Классификация магнитных элементов электронных устройств, физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля.". Студентам необходимо повторить теоретический материал, разобрать примеры решения аналогичных задач, провести расчеты по варианту задания и сделать выводы. В качестве задания используются следующие упражнения: - рассчитать напряженность магнитного поля в сердечнике при его заданной геометрии, магнитной проницаемости, числе витков и токе обмотки магнитного материала; - рассчитать индукцию магнитного поля в сердечнике при его заданной геометрии,</p>
1.1	Классификация магнитных элементов электронных устройств	8		1	-	2	-	-	-	-	-	5	-	
1.2	Основные физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля	9		1	-	3	-	-	-	-	-	5	-	

													магнитной проницаемости, числе витков и токе обмотки магнитного материала; - рассчитать магнитный поток в сердечнике при его заданной геометрии, магнитной проницаемости, числе витков и токе обмотки магнитного материала. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Классификация магнитных элементов электронных устройств, физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [2], стр. 11-29, 208-262
2	Сердечники магнитных элементов электронных устройств	31	2	-	5	-	-	-	-	-	24	-	<b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Сердечники магнитных элементов электронных устройств." Изучение студентами базовых конструкций сердечников магнитных элементов электронных устройств по справочным материалам. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Сердечники магнитных элементов электронных устройств." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 51-58, 61-75
2.1	Назначение и классификация сердечников	15	1	-	2	-	-	-	-	-	12	-	
2.2	Ферромагнитные материалы сердечников магнитных элементов	16	1	-	3	-	-	-	-	-	12	-	
3	Анализ электронных схем с магнитными элементами	31	6	-	10	-	-	-	-	-	15	-	<b><u>Подготовка домашнего задания:</u></b> Подготовка домашнего задания направлена на отработку умений решения профессиональных задач. Домашнее задание выдается студентам по изученному в разделе "Анализ электронных схем с магнитными элементами" материалу. Проверка домашнего задания проводится по
3.1	Особенности работы магнитных элементов в составе полупроводниковых преобразователей	9	2	-	2	-	-	-	-	-	5	-	

3.2	Немагнитные зазоры в сердечниках магнитных материалов	11		2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	представленным письменным работам. Пример домашнего задания: - Выполнить расчёт токов и напряжений во всех узлах и ветвях мостового инвертора напряжения, нагруженного на первичную обмотку двухобмоточного трансформатора.
3.3	Базовые подходы к анализу электронных схем с магнитными элементами	11		2	-	4	-	-	-	-	-	5	-	нагруженного на первичную обмотку двухобмоточного трансформатора. Параметры сердечника и числа витков обмоток трансформатора заданы. Вторичная обмотка трансформатора подключена к резистору. Сопротивление резистора дано. Построить временные диаграммы напряженности магнитного поля в сердечнике, магнитной индукции, магнитного потока, тока первичной и вторичной обмоток трансформатора и их напряжений. - Выполнить расчёт токов и напряжений во всех узлах и ветвях полумостового инвертора напряжения, нагруженного на первичную обмотку двухобмоточного трансформатора. Параметры сердечника и числа витков обмоток трансформатора заданы. Вторичная обмотка трансформатора подключена к резистору через двухполупериодный мостовой выпрямитель. Диоды выпрямителя считать идеальными. Сопротивление резистора дано. Построить временные диаграммы напряженности магнитного поля в сердечнике, магнитной индукции, магнитного потока, тока первичной и вторичной обмоток трансформатора и их напряжений. <b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Анализ электронных схем с магнитными элементами." Студенты изучают применение электротехнической аналогии при анализе процессов в сложных многообмоточных магнитных материалах.

													<p><b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Анализ электронных схем с магнитными элементами." <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [1], стр. 10-19 [3], стр. 58-60</p>
4	Проектирование реакторов и трансформаторов	47	6	-	12	-	-	-	-	-	29	-	<p><b><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u></b> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование реакторов и трансформаторов." Студенты изучают современные методики и подходы к проектированию магнитных материалов. <b><u>Подготовка к текущему контролю:</u></b> Повторение материала по разделу "Проектирование реакторов и трансформаторов." <b><u>Подготовка расчетно-графического задания:</u></b> В рамках расчетного задания выполняется проектирование магнитного элемента. Типовая тема задания формулируется следующим образом: Рассчитать основные параметры и выполнить проектирование сглаживающего дросселя в соответствии с приведёнными далее требованиями. 1. Индуктивность дросселя – 100 мкГн; 2. Форма тока, протекающего в дросселе – представлена на рисунке 1, где <math>I_{av}</math> – среднее значение тока, <math>I_{av}</math> – амплитуда пульсации тока, <math>T</math> – период пульсаций тока. На рисунке 1 задана временная диаграмма тока дросселя. 3. Величина среднего значения тока и амплитуды пульсации тока представлена в таблице 1. В таблице 1 заданы величины в зависимости от номера студенческой группы и номера студента по журналу. 4. Частота</p>
4.1	Проектирование сглаживающего дросселя	15	2	-	4	-	-	-	-	-	9	-	
4.2	Проектирование ректора переменного тока	16	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	
4.3	Проектирование трансформатора	16	2	-	4	-	-	-	-	-	10	-	



													пульсации тока представлена в таблице 2. В таблице 2 заданы величины в зависимости от номера студенческой группы и номера студента по журналу. 5. Дроссель спроектировать на сердечнике кольцевого типа (Togoid). 6. Допустимый перегрев принять равным 50 °С. 7. Выбрать магнитный материал сердечника: High Flux. <b><u>Изучение материалов литературных источников:</u></b> [3], стр. 76-89, 103-111
	Зачет с оценкой	18.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	17.7	
	Всего за семестр	144.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	78	17.7	
	Итого за семестр	144.0	16	-	32	-	-	-	-	0.3	95.7		

**Примечание:** Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

### **3.2 Краткое содержание разделов**

#### 1. Классификация магнитных элементов электронных устройств, физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля

##### 1.1. Классификация магнитных элементов электронных устройств

Назначение магнитных элементов электронных устройств. Основные типы магнитных элементов электронных устройств. Требования, предъявляемые к магнитным элементам электронных устройств.

##### 1.2. Основные физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля

Основные физические величины теории магнитного поля: магнитная индукция, напряженность магнитного поля, магнитный поток и потокосцепление. Закон полного тока в вакууме и веществе. Закон электромагнитной индукции Фарадея. Правило Ленца.

#### 2. Сердечники магнитных элементов электронных устройств

##### 2.1. Назначение и классификация сердечников

Функции сердечников в магнитных элементах. Типы сердечников. Справочные параметры сердечников и их использование при анализе и проектировании магнитных элементов.

##### 2.2. Ферромагнитные материалы сердечников магнитных элементов

Кривая намагничивания магнитного материала. Магнитная проницаемость. Основные параметры материала сердечника и критерии их выбора. Справочные параметры магнитных материалов. Современные классы и типы магнитных материалов.

#### 3. Анализ электронных схем с магнитными элементами

##### 3.1. Особенности работы магнитных элементов в составе полупроводниковых преобразователей

Вольт-секундные интегралы и их выравнивание. Насыщение материала сердечника магнитного элемента: скорость развития процесса и последствия. Условия выключения силовых полупроводниковых ключей двухтактных и однотактных преобразователей. Требования и рекомендации по выбору режима работы магнитного материала.

##### 3.2. Немагнитные зазоры в сердечниках магнитных материалов

Понятие немагнитного зазора и причины их введения в магнитные сердечники. Оценка влияния толщины немагнитного зазора на относительную магнитную проницаемость сердечника. Влияние толщины немагнитного зазора на кривую намагничивания магнитного материала: вычисление остаточной индукции.

##### 3.3. Базовые подходы к анализу электронных схем с магнитными элементами

Анализ электронных схем в реакторах. Анализ двухтактных электронных схем с трансформатором. Анализ однотактных электронных схем с трансформатором.

#### 4. Проектирование реакторов и трансформаторов

##### 4.1. Проектирование сглаживающего дросселя

Описание методики проектирования сглаживающего дросселя. Пример проектирования сглаживающего дросселя.

#### 4.2. Проектирование реактора переменного тока

Описание методики проектирования реактора переменного тока. Пример проектирования реактора переменного тока.

#### 4.3. Проектирование трансформатора

Описание методики проектирования трансформатора. Пример проектирования трансформатора.

### 3.3. Темы практических занятий

1. Проектирование трансформаторов;
2. Проектирование реакторов переменного тока;
3. Проектирование дросселей с подмагничиванием;
4. КТ №3 Контрольная работа: "Анализ электронных схем с магнитными элементами";
5. Анализ электронных схем с магнитными элементами;
6. Разработка математических моделей магнитных элементов электронных устройств;
7. Определение параметров типовых сердечников магнитных элементов электронных устройств с использованием справочных данных;
8. Расчёт режима работы сердечника МЭЭУ;
9. Специальные вопросы проектирования магнитных элементов: скин-эффект и эффект "близости";
10. КТ №2 Тест: "Сердечники магнитных элементов электронных устройств";
11. Расчёт параметров и режимов работы двухобмоточного магнитного элемента на тороидальном сердечнике;
12. Расчёт параметров и режимов работы однообмоточного магнитного элемента на тороидальном сердечнике;
13. КТ №1 Тест: "Основные физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля";
14. Обзор примера выполнения расчётного задания.

### 3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

### 3.5 Консультации

#### *Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)*

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Классификация магнитных элементов электронных устройств, физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Сердечники магнитных элементов электронных устройств"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Анализ электронных схем с магнитными элементами"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Проектирование реакторов и трансформаторов"

### 3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

### 3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)				Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	
<b>Знать:</b>						
свойства современных магнитных материалов и типы магнитопроводов; современные подходы к проектированию магнитных элементов электронных устройств	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>		+			Тестирование/Магнитные материалы сердечников магнитных элементов
принципы анализа электромагнитных процессов в полупроводниковых преобразователях и подходы к построению моделей магнитных элементов	ИД-2 <sub>ПК-1</sub>	+				Тестирование/Физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля
<b>Уметь:</b>						
осуществлять обоснованный выбор магнитопроводов при проектировании магнитных элементов; проектировать магнитные элементы электронных устройств	ИД-1 <sub>ПК-1</sub>				+	Расчетно-графическая работа/Защита расчетного задания №1 "Проектирование многообмоточного магнитного элемента"
проводить исследование и расчёт электромагнитных процессов в полупроводниковых преобразователях с магнитными элементами; разрабатывать имитационные и аналитические модели магнитных элементов электронных устройств	ИД-2 <sub>ПК-1</sub>			+		Контрольная работа/Анализ электронных схем с магнитным элементом

## **4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)**

### **4.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **1 семестр**

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Магнитные материалы сердечников магнитных элементов (Тестирование)
2. Физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля (Тестирование)

Форма реализации: Защита задания

1. Защита расчетного задания №1 "Проектирование многообмоточного магнитного элемента" (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Анализ электронных схем с магнитным элементом (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

### **4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине**

*Зачет с оценкой (Семестр №1)*

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих

**Примечание:** Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

## **5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **5.1 Печатные и электронные издания:**

1. Глебов, Б. А. Процессы перемагничивания ферромагнетиков и их моделирование : учебное пособие по курсу "Магнитные элементы электронных устройств" по направлению "Электроника и нанoeлектроника" / Б. А. Глебов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2015 . – 48 с. - ISBN 978-5-7046-1678-8 .

[http://elib.mpei.ru/action.php?kt\\_path\\_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7697](http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7697);

2. И. В. Савельев- "Курс общей физики", (Изд. 4-е, перераб.), Издательство: "Наука", Москва, 1970 - (505 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=477374>;

3. Мелешин, В. И. Транзисторная преобразовательная техника / В. И. Мелешин . – М. : Техносфера, 2006 . – 632 с. – (Мир электроники) . - ISBN 5-948360-51-2 ..

### **5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:**

1. СДО "Прометей";
2. Office;
3. Windows;
4. Майнд Видеоконференции.

### 5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - [http://biblioclub.ru/index.php?page=main\\_ub\\_red](http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red)
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНИТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. ЭБС "Консультант студента" - <http://www.studentlibrary.ru/>
11. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

### 6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	С-201, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	С-201, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	С-201, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Ж-120, Машинный зал ИВЦ	сервер, кондиционер
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Е-324/1, Преподавательская каф. "Пром.эл."	стол, стул, шкаф для документов, шкаф для одежды
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Е-324/5, Методический кабинет каф. "Пром.эл."	парта, стул, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, доска маркерная передвижная, ноутбук

## БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

### Магнитные элементы электронных устройств

(название дисциплины)

#### 1 семестр

**Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:**

- КМ-1 Физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля (Тестирование)
- КМ-2 Магнитные материалы сердечников магнитных элементов (Тестирование)
- КМ-3 Анализ электронных схем с магнитным элементом (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита расчетного задания №1 "Проектирование многообмоточного магнитного элемента" (Расчетно-графическая работа)

**Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.**

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Классификация магнитных элементов электронных устройств, физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля					
1.1	Классификация магнитных элементов электронных устройств		+			
1.2	Основные физические величины, законы и соотношения теории магнитного поля		+			
2	Сердечники магнитных элементов электронных устройств					
2.1	Назначение и классификация сердечников			+		
2.2	Ферромагнитные материалы сердечников магнитных элементов			+		
3	Анализ электронных схем с магнитными элементами					
3.1	Особенности работы магнитных элементов в составе полупроводниковых преобразователей				+	
3.2	Немагнитные зазоры в сердечниках магнитных материалов				+	
3.3	Базовые подходы к анализу электронных схем с магнитными элементами				+	
4	Проектирование реакторов и трансформаторов					
4.1	Проектирование сглаживающего дросселя					+
4.2	Проектирование ректора переменного тока					+
4.3	Проектирование трансформатора					+

	Bec KM, %:	15	15	25	45
--	------------	----	----	----	----