



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»



УТВЕРЖДАЮ  
Директор ИЭиАС  
В.Р. Храмшин

10.02.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

***МАГНИТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ***

Направление подготовки (специальность)  
11.03.04 Электроника и микроэлектроника

Направленность (профиль/специализация) программы  
Программирование и электроника информационных систем

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения  
очная

Институт/ факультет	Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра	Электроники и микроэлектроники
Курс	2
Семестр	4

Магнитогорск  
2023 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 11.03.04 Электроника и нанoeлектроника (приказ Минобрнауки России от 19.09.2017 г. № 927)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

17.01.2023, г. протокол № 5

Зав. кафедрой  Д.Ю. Усатый

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИЭиАС


10.02.2023 г. протокол № 7

Председатель  В.Р. Храмшин

Рабочая программа составлена:

доцент кафедры ЭиМЭ, канд. техн. наук  М.В. Вечеркин

Рецензент:

директор СЦ ООО "ТЕХНОАП Инжиниринг" канд. техн. наук  Е.С. Сусницын

## Лист актуализации рабочей программы

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2024 - 2025 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2025 - 2026 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

---

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Электроники и микроэлектроники

Протокол от \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_  
Зав. кафедрой \_\_\_\_\_ Д.Ю. Усатый

### **1 Цели освоения дисциплины (модуля)**

Целью преподавания дисциплины «Магнитные элементы электронных устройств» является подготовка высококвалифицированного бакалавра по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», способного разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств, содержащих магнитные элементы с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений.

Достижение цели требует решения следующих основных задач:

- формирование у студентов теоретических основ магнитных явлений и магнитных свойств материалов;
- усвоения принципов функционирования, конструкций и основных характеристик магнитных элементов;
- изучение принципов построения типовых электронных узлов с использованием магнитных элементов;
- формирование знаний и навыков по использованию современных магнитных элементов, узлов и устройств для решения практических задач.

### **2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина Магнитные элементы электронных устройств входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

Математика

Физика

Теоретические основы электротехники

Физика конденсированного состояния

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Основы преобразовательной техники

Энергетическая электроника

Технологические датчики

### **3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения**

В результате освоения дисциплины (модуля) «Магнитные элементы электронных устройств» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен разрабатывать структурные и функциональные схемы электронных систем и комплексов, принципиальных схем устройств с использованием средств компьютерного проектирования, проведением проектных расчетов и технико-экономическим обоснованием принимаемых решений
ПК-1.1	Разрабатывает эскизный проект, включающий: выбор структурной схемы электронного устройства или системы путем сопоставления различных вариантов и их оценки с точки зрения технических и экономических требований; рассчитывает все необходимые показатели структурной схемы электронного устройства или системы, в том числе показатели качества; выбирает и обосновывает схемы вспомогательных устройств

ПК-1.2	Производит технико-экономическое обоснование принятого решения с расчетами себестоимости устройства и стоимости его эксплуатации; сравнивает с аналогами по технико-экономическим характеристикам
--------	---

#### 4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 52,8 акад. часов;
- аудиторная – 51 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,8 акад. часов;
- самостоятельная работа – 55,2 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Основы теории магнетизма								
1.1 Свойства и характеристики магнитного поля. Магнитный момент. Намагниченность. Магнитная восприимчивость. Магнитная проницаемость.	4	2			4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ПК-1.1
1.2 Классификация веществ по магнитным свойствам: диамагнетики; парамагнетики; ферромагнетики; антиферромагнетики; ферримагнетики.		2			2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ПК-1.1
1.3 Свойства и характеристики ферромагнитных материалов. Магнитный домен. Кривая намагничивания. Магнитный гистерезис и предельная петля гистерезиса: индукция насыщения; коэрцитивная сила; остаточная индукция.		2	2		4	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос. Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	ПК-1.1, ПК-1.2
1.4 Потери энергии в ферромагнетиках: потери на гистерезис; потери на вихревые токи.		2	2		2	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	ПК-1.1, ПК-1.2

1.5 Виды магнитной проницаемости. Зависимость относительной магнитной проницаемости от напряженности поля и ее связь с кривой намагничивания.		2			3,2	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		10	4		15,2			
2. Магнитные материалы								
2.1 Классификация магнитных материалов по химическому составу, внутреннему строению и электрическим свойствам. Группы магнитных материалов: магнитомягкие; магнитотвердые; специального назначения.	4	4	1		5	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-1.1, ПК-1.2
2.2 Требования к магнитомягким материалам в низкочастотных магнитных полях. Основные свойства магнитомягких ферромагнитных материалов.		4	2		5	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Проверка индивидуальных заданий. Устная защита темы.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		8	3		10			
3. Магнитные элементы и устройства РЭА								
3.1 Катушка индуктивности и дроссели. Конструкция, классификация, основные характеристики. Собственная емкость катушки и способы её уменьшения. Добротность катушки и способы её повышения.	4	2	1		4	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.2 Упрощенный расчет индуктивностей цилиндрической, тороидальной и плоской катушек. Расчет дросселя переменного тока и сглаживающего дросселя.		2	2		6	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.3 Трансформаторы электропитания и сигнальные трансформаторы. Классификация по различным признакам. Основные характеристики.		4	4		6	Подготовка к выполнению лаб. работы. Составление конспекта. Составление отчета по лаб. работе.	Устный опрос.  Проверка конспекта. Проверка отчета по лаб. работе.	ПК-1.1, ПК-1.2

3.4	Классификация режимов работы трансформаторов. Формулы трансформаторных ЭДС. Расчет числа витков обмоток. Формулы габаритной мощности. Расчет понижающего трансформатора линейного источника электропитания. Расчет трансформатора однофазного прямоугольного преобразователя, двухфазного мостового преобразователя, однофазного обратного преобразователя.	4	2		6	Самостоятельное изучение учебной литературы. Подготовка к защите темы.	Устная защита темы.	ПК-1.1, ПК-1.2
3.5	Индуктивные измерительные преобразователи. Трансформаторные измерительные преобразователи. Электромагнитные реле.	4	1		8	Самостоятельное изучение учебной литературы.	Устный опрос. Проверка индивидуальных заданий.	ПК-1.1, ПК-1.2
Итого по разделу		16	10		30			
Итого за семестр		34	17		55,2		зачёт	
Итого по дисциплине		34	17		55,2		зачет	



## **5 Образовательные технологии**

Для освоения дисциплины «Магнитные элементы электронных устройств» используются преимущественно традиционные образовательные технологии.

Информационные лекции – для изложения основных теоретических понятий, законов и принципов описания физических процессов,

Лабораторные занятия – для усвоения и закрепления навыков проведения экспериментальных исследований реальных физических объектов и их моделей, а также обработки результатов эксперимента.

Для повышения информационной насыщенности наряду с информационной лекцией используются лекции-визуализации, а также практические занятия в форме презентации.

## **6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Представлено в приложении 1.

## **7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации**

Представлены в приложении 2.

## **8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **а) Основная литература:**

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники : учебник для вузов : в 2 томах / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022 — Том 2 : Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники. — 2022. — 380 с. — ISBN 978-5-507-44648-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/238514> (дата обращения: 24.08.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Маклиман, В. Проектирование трансформаторов и дросселей. Справочник: спра-вочник / В. Маклиман. — 3-е изд. — Москва: ДМК Пресс, 2016. — 476 с. — ISBN 978-5-97060-165-5. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90127> (дата обращения: 08.09.2020) — Режим доступа: для авто-ризов. пользователей.

### **б) Дополнительная литература:**

1. Воронин, А. И. Трансформаторы и дроссели источников питания электронных устройств: учебное пособие / А. И. Воронин, Г. А. Шадрин. — Москва: ТУСУР, 2009. — 145 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/10935> (дата обращения: 08.09.2020) — Режим доступа: для авто-ризов. пользователей.

2. Ерсос: индуктивные компоненты . — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 62 с. — ISBN 978-5-94120-067-6. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/60957> (дата обращения: 08.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Легостаев, Н. С. Материалы электронной техники: учебное пособие / Н. С. Легостаев. — Москва: ТУСУР, 2014. — 239 с. — ISBN 978-5-86889-679-8. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/110346> (дата обращения: 08.11.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Онлайн-калькулятор для расчета катушек индуктивности – URL: <https://coil32.ru/calculate-on-line.html>

### **в) Методические указания:**

1. Дубский, Г. А. Физика конденсированного состояния вещества [Электронный ре-сурс]: лабораторный практикум / Г. А. Дубский, А. А. Нефедьев, Т. Я. Дубская ; МГТУ. - [2-е изд., подгот. по печ. изд. 2014 г.]. - Магнитогорск : МГТУ, 2015. - 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Режим доступа: <https://magtu.informsystema.ru/uploader/fileUpload?name=1445.pdf&show=dcatalogues/1/1123>

**г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

**Программное обеспечение**

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно	бессрочно
Браузер Yandex	свободно	бессрочно
Adobe Reader	свободно	бессрочно
MathCAD v.15 Education University	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно

**Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: <a href="https://elibrary.ru/project_risc.asp">https://elibrary.ru/project_risc.asp</a>
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	<a href="https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru">https://magtu.informsystema.ru/Marc.html?locale=ru</a>
Российская Государственная библиотека. Каталоги	<a href="https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/">https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/</a>

**9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Лекционная аудитория ауд. 459 Мультимедийные средства хранения, передачи и представления информации.

Лаборатория ауд. 459 Лабораторные стенды с комплектом лабораторных работ по магнитным элементам электронных устройств.

Компьютерные классы Центра информационных технологий ФГБОУ ВО «МГТУ» и специализированная ауд. 343 Персональные компьютеры, объединенные в локальные сети с выходом в Internet, оснащенные современными программно-методическими комплексами для решения задач в области моделирования процессов перемагничивания ферромагнитных материалов.

Учебные аудитории для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Интерактивная доска, проектор;

Мультимедийный проектор, экран.

Учебные аудитории для выполнения курсового проектирования, помещения для самостоятельной работы. Персональные компьютеры с пакетом MS Office, с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования Стеллажи, сейфы для хранения учебного оборудования. Инструменты для ремонта оборудования.

Аудитории для самостоятельной работы с выходом в Интернет и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета. Компьютерные классы, включающие персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab; читальные залы библиотеки

Аудитории для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Персональные компьютеры с пакетом MS Office, MathCAD, Scilab и выходом в Интернет.