


МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова»
(ФГБОУ ВО «МГТУ им. Г.И. Носова»)

УТВЕРЖДАЮ:
директор института
Энергетики и автоматизированных систем


С.И. Лукьянов
20 сентября 2017г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Магнитные элементы электронных устройств

Направление подготовки
11.03.04 «Электроника и наноэлектроника»

Направленность (профиль/ специализация) программы
«Промышленная электроника»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения
Заочная

Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра электроники и микроэлектроники
Курс - 4

Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 12.03.2015 г. N 218.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры "Электроники и микроэлектроники" 7 сентября 2017 г., (протокол № 1).

Зав. кафедрой  С.И. Лукьянов

Рабочая программа одобрена методической комиссией института Энергетики и автоматизированных систем 20 сентября 2017 г. (протокол № 1).

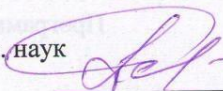
Председатель  С.И. Лукьянов

Рабочая программа разработана: старшим преподавателем кафедры Э и МЭ, канд. техн. наук **Завьяловым Е.А.**




 Е.А.Завьялов

Рецензент:

Начальник отдела инновационных разработок ЗАО «КОНСОМ ГРУПП», канд. техн. наук

 / А.Н. Панов /

Лист регистрации изменений и дополнения

№ п/п	Раздел программы	Краткое содержание изменения/дополнения	Дата. № протокола заседания кафедры	Подпись зав. кафедрой
1.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	06.09.2018 г. протокол №1	
2.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	05.09.2019 г. протокол №1	
3.	8	Актуализация учебно - методического и информационного обеспечения дисциплины	31.08.2020 г. протокол №1	

1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Магнитные элементы электронных устройств» являются:

1. Формирование у обучающихся знаний и умений понимать характер работы электронных приборов в аналоговых и цифровых устройствах.

2. Формирование навыков работы студентов с теми характеристиками приборов и устройств, которые потребуются студенту для изучения последующих дисциплин и инженеру на практике.

Для достижения поставленной цели в курсе «Магнитные элементы электронных устройств» решаются задачи:

- иметь представление о свойствах магнитных элементов электронных устройств.
- приобрести знания о физико-химических процессах, протекающих в магнитных элементах.
- уметь ориентироваться среди широкой номенклатуры магнитных элементов электронной техники.
- приобрести навыки по анализу разнообразных магнитных материалов.

2. Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы подготовки бакалавра (магистра, специалиста)

Дисциплина «Магнитные элементы электронных устройств» входит в базовую вариативную часть блока 1 образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения курсов "Теоретические основы электротехники", "Высшая математика", "Полупроводниковые и электровакуумные приборы".

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы при изучении курса «Энергетическая электроника», «Основы электропривода» и подготовки к ГИА.

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:

Структурный элемент компетенции	Уровень освоения компетенций		
	Пороговый уровень	Средний уровень	Высокий уровень
ПК-2 способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения			
Знать	Теорию электромагнетизма; единицы измерения магнитных величин	Физические явления, которые влияют на характеристики ферромагнетиков; процесс восстановления как работает неуправляемый и управляемый	Магнитные ключи в различных электрических схемах
Уметь:	планировать занятие, распределять учебный материал во времени, отбирать источники и подготавливать	устанавливать взаимосвязь между физическими характеристиками элементов электронных устройств и их математическими мо-	осуществлять синтез простейших электрических цепей с заданными характеристиками.

	методические материалы для их освоения	делями; проводить анализ преобразования сигналов в электронных устройствах	
Владеть:	владеть основными приемами обработки и представления экспериментальных данных	Владеть методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей	Владеть методами расчета и обоснования задач, связанных с магнитными элементами электронных устройств.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля) (для заочной формы обучения)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 зач. единицы 72 часа:

- аудиторная работа – 12 часов;
- самостоятельная работа – 56 часов;
- контроль зачет - 4 часа.

Раздел/ тема дисциплины	Курс	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Преддипломная консультация (в часах) ¹	Контроль (в часах) ¹	Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич.	самост. раб.				
1. Электромагнетизм, динамические процессы при перемагничивании ферромагнетиков	4	0,25	1,25		24			Устный опрос, реферат	ПК-2
2. Трансформаторы в ключевых режимах. Связь между электрическими и магнитными величинами для сердечников с обмотками, потери в сердечнике при перемагничивании, моделировании сердечника и процессов в нем		0,5	0,25		10			Устный опрос	ПК-2
3. Конструктивный расчет трансформатора работающего в двухтактном режиме перемагничивания		0,5	0,5		16			Устный опрос	ПК-2

4.Токи намагничивания первичной обмотки трансформатора		0,5	0,5		18			Устный опрос	ПК-2
5.Однотактный режим перемагничивания сердечника трансформатора, анализ процессов, алгоритм расчета трансформатора		0,5	0,5		8			Устный опрос	ПК-2
6.Трансформаторные датчики		1,5	1,5		8			Устный опрос	ПК-2
7. Магнитные накопители энергии- дроссели анализ процессов в нем		0,5	0,5		6	2	2		ПК-2
8. Нелинейные магнитные элементы, управляемые магнитные ключи, двухтактный магнитный усилитель, стандартизированные ряды магнитных элементов		1	1		6			Устный опрос, реферат	ПК-2
Итого по курсу		4	4		96	2	2	<i>зачет</i>	

4. Образовательные и информационные технологии

Активные и интерактивные формы проведения занятий.

Основными формами аудиторных занятий являются лекции, органично сочетающиеся с лабораторными занятиями в рамках всего изучаемого курса.

На лекционных занятиях закладываются базовые теоретические знания по всем разделам изучаемой дисциплины. Они направлены на овладение общекультурными и профессиональными компетенциями. На основе полученных знаний формируется фундамент, необходимый для последующего глубокого изучения и освоения материала в рамках данной дисциплины.

На лабораторных занятиях теоретические знания, полученные на лекциях, применяются для построения электромагнитных цепей. Производится построение электромагнитных датчиков на основе схемотехники магнитных усилителей с дросселем подмагничивания. Исследуется принцип работы датчиков контроля положения (индуктивные, индукционные датчики), датчиков перемещения (индуктосины).

Самостоятельная работа студента включает в себя подготовку к написанию рефератов. Также выделяется время для подготовки к экзамену.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебный план подготовки бакалавров по дисциплине предусматривает 54 часа самостоятельной работы.

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
1. Раздел			

1.1. Тема: Динамические процессы перемангничивания ферромагнетиков	Изучение динамических процессов перемангничивания ферромагнетиков	24	реферат
2. Раздел			
2.1. Трансформаторы в ключевых режимах. Связь между электрическими и магнитными величинами для сердечников с обмотками, потери в сердечнике при перемангничивание, моделирование сердечника и процессов в нем	Изучение работы трансформаторов в импульсных режимах. Определение потерь в сердечнике. Математическое моделирование процессов.	10	опрос, реферат
3. Раздел			
3.1 Конструктивный расчет трансформатора работающего в двухтактном режиме перемангничивания	Овладение навыками расчета трансформатора при двухтактном перемангничивании.	16	устный опрос
4. Раздел			
4.1 Токи намагничивания первичной обмотки трансформатора	Изучение процессов протекания токов намагничивания.	18	устный опрос
5. Раздел			
5.1 Однотактный режим перемангничивания сердечника трансформатора, анализ процессов, алгоритм расчета трансформатора	Изучение однотактного режима перемангничивания сердечника трансформатора.	8	устный опрос
6. Раздел			
6.1 Трансформаторные датчики	Изучение основных видов трансформаторов датчиков.	8	устный опрос
7. Раздел			
7.1 Магнитные накопители энергии- дроссели анализ процессов в нем.	Математическое описание процессов в дросселях	6	устный опрос, реферат
8. Раздел			
8.1 Тема: Нелинейные магнитные элементы	Изучение нелинейных магнитных элементов	6	реферат
Итого по дисциплине		96	Промежуточный контроль (Зачет)

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Перечень вопросов для подготовки к зачету

- 1 Единицы измерения магнитных величин
- 2 Магнитные свойства веществ
- 3 Строение атомов и кристаллов твердых магнитных веществ
- 4 Виды магнитных материалов по их магнитным свойствам
- 5 Доменная структура и магнитная анизотропия магнетиков
- 6 Кривые намагничивания и петли гистерезиса магнетиков
- 7 Связь между электр. и магнит. величинами при перемагничивании сердечника
- 8 Процессы в катушках с магнитными сердечниками
- 9 Явление гистерезиса в материале сердечника
- 10 Моделирование сердечника и процессов в нем
11. Методы моделирования процессов в сердечнике
12. Конструкции, принцип действия, типы трансформаторов
- 13 Потери, коэффициент полезного действия трансформатора
14. Инженерный расчет трансформатора. Методика расчета
15. Электромагнитные процессы в сердечнике трансформатора
16. Методы уменьшения остаточной индукции в трансформаторе
17. Алгоритм расчета тр-ра преобразовательных устр-в
18. Трансформаторные датчики Общие сведения
19. Трансформаторный датчик с перемещающимся якорем
20. Трансформаторный датчик с перемещающимся экраном
21. Трансформаторные датчики с подвижной обмоткой
22. Дифференциальные трансформаторные датчики.
23. Трансформаторные датчики с изменяемой площадью зазора
24. Дроссели переменного тока
26. Сглаживающий дроссель
27. Принцип работы, конструкция и примен. дросселя насыщения
28. Электромагнитная и расчётная мощности сглажив. дросселя
29. Особенности расчёта сглажив. дросселя на заданный перегрев
30. Влияние факторов на массу и добротность сглажив. дросселя.
31. Особенности расчёта сглаж. дросс. на заданную добротность
- 32 Методика расчёта сглаживающих дросселей
- 33 Дроссели насыщения
- 34 Двухтактные магнитные усилители
- 35 Двухтактные магнитные усилители: принцип действия, конструкции
- 36 Характеристики реальных двухтактных магнитных усилителей
- 37 Материалы магнитопроводов магнитных усилителей
- 38 Управляемые магнитные ключи
- 39 Реальные режимы работы магн. усилит. с самоподмагничиванием
- 40 Схема с магн. ключом на основе однообмоточного быстродействующего МУ
- 41 Унифицированные ряды шихтованных сердечников (ШС)
- 42 Унифицированные ряды ленточных сердечников
- 43 Прессованные сердечники.
- 44 Электромагниты. Основные понятия, классификация
- 45 Основные характеристики электромагнитов
- 46 Электромагнитные реле
- 47 Электромагнитные реле времени
- 48 Особенности расчёта многообмоточного дросселя

Промежуточная аттестация по дисциплине включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета.

Зачет получает обучающийся, своевременно и в полном объеме выполнивший все требования рабочей программы дисциплины.

Критерии оценки для получения зачета:

«зачтено» – обучающийся показывает средний уровень сформированности компетенций.

«не зачтено» – результат обучения не достигнут, студент не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Сорокин, В. С. Материалы и элементы электронной техники. Активные диэлектрики, магнитные материалы, элементы электронной техники: учебное пособие / В. С. Сорокин, Б. Л. Антипов, Н. П. Лазарева. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург: Лань, 2016. — 384 с. — ISBN 978-5-8114-2002-5. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/71735> (дата обращения: 08.09.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Маклиман, В. Проектирование трансформаторов и дросселей. Справочник: справочник / 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 авториз. 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 авториз. 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 ресурс] : 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.informsistema.ru/uploader/fileUpload?name=1445.pdf&show=dcatalogues/1/1123966/1445.pdf&view=true>.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
MS Windows 7 Professional (для	Д-1227-18 от 08.10.2018	11.10.2021
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
NI MultiSim Education	К-68-08 от 29.05.2008	бессрочно
MathCAD v.15 Education University Edition	Д-1662-13 от 22.11.2013	бессрочно
Adobe Reader	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Браузер Mozilla Firefox	свободно распространяемое ПО	бессрочно
Arduino	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Поисковая система Академия Google (Google Scholar)	URL: https://scholar.google.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	http://magtu.ru:8085/marcweb2/Default.asp
Журнал радиоэлектроники - электронный журнал [Электронный ресурс], ISSN 1684-	http://jre.cplire.ru/jre/radioeng.html
Государственная публичная научно-техническая библиотека России [Электронный ресурс]	http://www.gpntb.ru

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
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.

Тип и название аудитории	Оснащение аудитории
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