

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 нанoeлектроника»

Направленность (профиль/ специализация) программы
«Промышленная электроника»

Уровень высшего образования – бакалавриат

Программа подготовки – академический бакалавриат

Форма обучения

Очная

Институт энергетики и автоматизированных систем
Кафедра электроники и микроэлектроники
Курс – 3
Семестр – 5

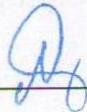
Магнитогорск
2017 г.

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО по направлению 11.03.04 «Электроника и наноэлектроника», 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).

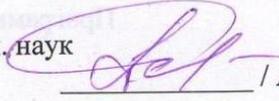
Председатель _____  С.И. Лукьянов

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 следующие задачи:

- Получить представление о свойствах магнитных элементов электронных устройств.
- Приобрести знания о физико-химических процессах, протекающих в магнитных элементах.
- Научиться 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 электривакуумные 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	Планируемые результаты обучения
ПК-2 способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экспериментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения	
Знать	<ul style="list-style-type: none">– теорию электромагнетизма;– единицы измерения магнитных величин;– физические явления, которые влияют на характеристики ферромагнетиков;– как работает неуправляемый и управляемый процесс восстановления;– магнитные ключи в различных электрических схемах;

Уметь:	<ul style="list-style-type: none"> – устанавливать взаимосвязь между физическими характеристиками элементов электронных устройств и их математическими моделями; – осуществлять синтез простейших электрических цепей с заданными характеристиками.
	<ul style="list-style-type: none"> – проводить анализ преобразования сигналов в электронных устройствах
Владеть:	<ul style="list-style-type: none"> – основными приемами обработки и представления экспериментальных данных; – методами решения задач анализа и расчета характеристик электрических цепей; – методами расчета и обоснования задач, связанных с магнитными элементами электронных устройств.

4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единицы 108 часов:

- аудиторная работа – 51 часов;
- самостоятельная работа – 55,2 часов;

Раздел / тема дисциплины	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Формы текущего и промежуточного контроля успеваемости	Код и структурный элемент компетенции
		лекции	лаборат. занятия	практич. занятия	самост. раб.			
1. Электромагнетизм, динамические процессы при перемагничивании ферромагнетиков	5	3	1/0,5 И			3	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		4/0,5 И	2/1И				Устный опрос	ПК-2
3. Конструктивный расчет трансформатора работающего в двухтактном режиме перемагничивания		4/0,5И	2/1И				Устный опрос	ПК-2
4. Токи намагничивания первичной обмотки трансформатора		5	2/1И				Устный опрос	ПК-2

5.Однотактный режим перемагничивания сердечника трансформатора, анализ процессов, алгоритм расчета трансформатора		4/0, 5И	2/1И		3	Устный опрос	ПК-2
6. Трансформаторные датчики		4/0, 5И	3/1И			Устный опрос	ПК-2
7. Магнитные накопители энергии-дрессели анализ процессов в нем.		4	2/0,5 И			Устный опрос,	ПК-2
8. Нелинейные магнитные элементы, управляемые магнитные ключи, двухтактный магнитный усилитель, стандартизированные ряды магнитных элементов		6/1 И	3/1И			Устный опрос, реферат	ПК-2
Итого по курсу		34/7 И	17/7 И			<i>2 реферата, зачет</i>	

И– Занятия проводятся в интерактивных формах

5. 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 схмотехники 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.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Учебный план подготовки бакалавров по дисциплине предусматривает 55,2 часа самостоятельной работы.

Раздел/ тема дисциплины	Вид самостоятельной работы	Кол-во часов	Формы контроля
1. Раздел			
1.1. Тема: Динамические процессы перемагничивания ферромагнетиков	Изучение динамических процессов перемагничивания ферромагнетиков	4	реферат
2. Раздел			

2.1. 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	Изучение работы трансформаторов в импульсных режимах. Определение потерь в сердечнике. Математическое моделирование процессов.	9	устный опрос, реферат
3. Раздел			
3.1 Конструктивный расчет трансформатора работающего в двухтактном режиме перемагничивания	Овладение навыками расчета трансформатора при двухтактном перемагничивании.	6	устный опрос
4. Раздел			
4.1 Токи намагничивания первичной обмотки трансформатора	Изучение процессов протекания токов намагничивания.	8	устный опрос
5. Раздел			
5.1 Однотактный режим перемагничивания сердечника трансформатора, анализ процессов, алгоритм расчета трансформатора	Изучение однотактного режима перемагничивания 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	6,2	устный опрос, реферат
8. Раздел			
8.1 Тема: Нелинейные магнитные элементы	Изучение нелинейных магнитных элементов	6	реферат
Итого по дисциплине		55,2	Промежуточный контроль (Зачет)

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
<p>ПК-2 способностью аргументировано выбирать и реализовывать на практике эффективную методику экс- периментального исследования параметров и характеристик приборов, схем, устройств и установок элек- троники и наноэлектроники различного функционального назначения</p>		
<p>Знать</p>	<ul style="list-style-type: none"> – теорию электромагнетизма; – единицы измерения магнитных величин; – физические явления, которые влияют на характеристики ферромагнетиков; – как работает неуправляемый и управляемый процесс восстановления; – магнитные ключи в различных электрических схемах; 	<p>Перечень вопросов для подготовки к зачету</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 электрич. и магнито. величинами при перемагничивании сердечника 8 Процессы в катушках с магнитными сердечниками 9 Явление гистерезиса в материале сердечника 10 Моделирование сердечника и процессов в нем <p>–</p>
<p>Уметь:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – устанавливать взаимосвязь между физическими характеристиками элементов электронных устройств и их математическими моделями; – осуществлять синтез простейших электрических цепей с заданными характеристиками. – проводить анализ преобразования сигналов в электронных устройствах 	<ol style="list-style-type: none"> 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

		<p>остаточной индукции в трансформаторе</p> <p>17. Алгоритм расчета тр-ра преобразовательных устр-в</p> <p>18. Трансформаторные датчики Общие сведения</p> <p>19. Трансформаторный датчик с перемещающимся якорем</p> <p>20. Трансформаторный датчик с перемещающимся экраном</p> <p>21. Трансформаторные датчики с подвижной обмоткой</p> <p>22. Дифференциальные трансформаторные датчики.</p> <p>23. Трансформаторные датчики с изменяемой площадью зазора</p> <p>24. Дроссели переменного тока</p> <p>26. Сглаживающий дроссель</p> <p>27. Принцип работы, конструкция и примен. дросселя насыщения</p> <p>28. Электромагнитная и расчётная мощности сглажив. дросселя</p> <p>29. Особенности расчёта сглажив. дросселя на заданный перегрев</p> <p>30. Влияние факторов на массу и добротность сглажив. дросселя.</p>
<p>Владеть:</p>	<ul style="list-style-type: none"> – 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. 	<p>31. Особенности расчёта сглаж. дросс. на заданную добротность</p> <p>32 Методика расчёта сглаживающих дросселей</p> <p>33 Дроссели насыщения</p> <p>34 Двухтактные магнитные усилители</p> <p>35 Двухтактные магнитные усилители: принцип действия, конструкции</p> <p>36 Характеристики реальных двухтактных магнитных усилителей</p> <p>37 Материалы магнитопроводов магнитных усилителей</p>

		<p>38 Управляемые магнитные ключи</p> <p>39 Реальные режимы работы магн. усилит.с самоподмагничиванием</p> <p>40 Схема с магн. ключом на основе однообмоточного быстродействующего МУ</p> <p>41 Унифицированные ряды шихтованных сердечников (ШС)</p> <p>42 Унифицированные ряды ленточных сердечников</p> <p>43 Прессованные сердечники.</p> <p>44 Электромагниты.</p> <p>Основные понятия, классификация</p> <p>45 Основные характеристики электромагнитов</p> <p>46 Электромагнитные реле</p> <p>47 Электромагнитные реле времени</p> <p>48 Особенности расчёта многообмоточного дросселя</p>
--	--	--

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

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.informsystema.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.
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