МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ
УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»
(ТУСУР)

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по УР
_____Сенченко П.В
«22» _____02_____ 2023 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

МАГНИТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ

Уровень образования: **высшее образование - бакалавриат**
Направление подготовки / специальность: **11.03.04 Электроника и наноэлектроника**
Направленность (профиль) / специализация: **Промышленная электроника**
Форма обучения: **заочная (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий)**
Факультет: **Факультет дистанционного обучения (ФДО)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **6**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	6 семестр	Всего	Единицы
Самостоятельная работа	94	94	часов
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8	часов
Контрольные работы	2	2	часов
Подготовка и сдача зачета	4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	108	108	часов
		3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр	Количество
Зачет	6	
Контрольные работы	6	1

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Сенченко П.В
Должность: Проректор по УР
Дата подписания: 22.02.2023
Уникальный программный ключ:
a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Томск

Согласована на портале № 77326

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Изучение свойств, статических и динамических характеристик и параметров магнитных элементов, как функциональных элементов электронных устройств, необходимых и достаточных для расчета магнитных элементов.

2. Формирование навыков использования стандартных программных средств для расчета конструктивных и электромагнитных параметров магнитных элементов в новых условиях применения.

1.2. Задачи дисциплины

1. Обеспечить студентам знания по устройству, принципу действия и электромагнитным свойствам типовых классов магнитных элементов энергетической электроники.

2. Изучить методики расчета электромагнитных и конструктивных параметров магнитных элементов с учетом требований, предъявляемых техническим заданием и обусловленных спецификой их работы в высокочастотных транзисторных преобразователях различного функционального назначения, с использованием средств автоматизации проектирования.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Блок дисциплин: Б1. Дисциплины (модули).

Часть блока дисциплин: Часть, формируемая участниками образовательных отношений.

Модуль дисциплин: Модуль направленности (профиля) (major).

Индекс дисциплины: Б1.В.01.03.02.

Реализуется с применением электронного обучения, дистанционных образовательных технологий.

3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и основной образовательной программой (таблица 3.1):

Таблица 3.1 – Компетенции и индикаторы их достижения

Компетенция	Индикаторы достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине
Универсальные компетенции		
-	-	-
Общепрофессиональные компетенции		
-	-	-
Профессиональные компетенции		
ПК-3. Способен выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	ПК-3.1. Знает принципы конструирования отдельных аналоговых блоков электронных приборов	Знает принципы конструирования МЭЭУ
	ПК-3.2. Умеет проводить оценочные расчеты характеристик электронных приборов	Умеет проводить расчеты характеристик МЭЭУ
	ПК-3.3. Владеет навыками подготовки принципиальных и монтажных электрических схем	Владеет навыками подготовки принципиальных электрических схем, в которых применяются МЭЭУ

4. Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических часов,

Согласована на портале № 77326

выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 академических часов.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной деятельности представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Трудоемкость дисциплины по видам учебной деятельности

Виды учебной деятельности	Всего часов	Семестры
		6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	10	10
Самостоятельная работа под руководством преподавателя	8	8
Контрольные работы	2	2
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	94	94
Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	82	82
Подготовка к контрольной работе	12	12
Подготовка и сдача зачета	4	4
Общая трудоемкость (в часах)	108	108
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	3

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Структура дисциплины по разделам (темам) и видам учебной деятельности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Разделы (темы) дисциплины и виды учебной деятельности

Названия разделов (тем) дисциплины	Контр. раб.	СРП, ч.	Сам. раб., ч	Всего часов (без промежуточной аттестации)	Формируемые компетенции
6 семестр					
1 Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств.	2	2	18	22	ПК-3
2 Дроссели.		2	28	30	ПК-3
3 Трансформаторы функциональных узлов энергетической электроники.		2	36	38	ПК-3
4 Магнитные усилители.		2	12	14	ПК-3
Итого за семестр	2	8	94	104	
Итого	2	8	94	104	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины	СРП, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			

Согласована на портале № 77326

1 Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств.	Теоретические положения проектирования магнитных элементов. Конструкции магнитороводов магнитных элементов. Никель-цинковые и марганец-цинковые ферритовые сердечники. Сердечники из порошковых магнитомягких материалов. Сердечники для трансформаторов и дросселей высокочастотных транзисторных преобразователей. Конструкции обмоток магнитных элементов. Геометрические параметры магнитных элементов.	2	ПК-3
	Итого	2	
2 Дроссели.	Сглаживающие дроссели. Дроссели переменного тока.	2	ПК-3
	Итого	2	
3 Трансформаторы функциональных узлов энергетической электроники.	Эквивалентная схема трансформатора. Классификация режимов работы трансформатора. Электромагнитные и геометрические соотношения в трансформаторах. Импульсный трансформатор. Трансформатор тока.	2	ПК-3
	Итого	2	
4 Магнитные усилители.	Нереверсивные магнитные усилители без обратной связи. Реверсивные магнитные усилители без обратной связи. Магнитные усилители с обратной связью. связью	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		8	
Итого		8	

5.3. Контрольные работы

Виды контрольных работ и часы на контрольные работы приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3 – Контрольные работы

№ п.п.	Виды контрольных работ	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
6 семестр			
1	Контрольная работа с автоматизированной проверкой	2	ПК-3
Итого за семестр		2	
Итого		2	

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5.Контроль самостоятельной работы (курсовой проект / курсовая работа)

Не предусмотрено учебным планом

5.6. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.6.

Согласована на портале № 77326

Таблица 5.6. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
6 семестр				
1 Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	16	ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Итого	18		
2 Дроссели.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	24	ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-3	Контрольная работа
	Итого	28		
3 Трансформаторы функциональных узлов энергетической электроники.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	32	ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-3	Контрольная работа
	Итого	36		
4 Магнитные усилители.	Самостоятельное изучение тем (вопросов) теоретической части дисциплины	10	ПК-3	Зачёт, Тестирование
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Итого	12		
Итого за семестр		94		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		98		

5.7. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Конт.Раб.	СРП	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Зачёт, Контрольная работа, Тестирование

6. Рейтинговая система для оценки успеваемости обучающихся

Рейтинговая система не используется

Согласована на портале № 77326

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература

1. Легостаев, Н. С. Магнитные элементы электронных устройств: Учебное пособие / Легостаев Н. С. - Томск: Эль Контент, 2014. - 186 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.2. Дополнительная литература

1. Легостаев, Н. С. Магнитные элементы электронных устройств: Учебно-методическое пособие [Электронный ресурс] / Н. С. Легостаев. — Томск: ТУСУР, 2019. — 146 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
2. Обрусник, В.П. Магнитные элементы электронных устройств: Учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2007. — 125 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Легостаев, Н.С. Магнитные элементы электронных устройств: методические указания по изучению дисциплины / Н.С. Легостаев. — Томск: Факультет дистанционного обучения, ТУСУР, 2014. — 43 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
2. Легостаев, Николай Степанович Материалы электронной техники: учеб.-метод. пособие / Н.С. Легостаев. – Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2014. – 74 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.
3. Легостаев, Н.С. Магнитные элементы электронных устройств : методические указания по организации самостоятельной работы для студентов заочной формы обучения направления подготовки 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, обучающихся с применением дистанционных образовательных технологий / Н.С. Легостаев, С.Г. Михальченко. – Томск : ФДО, ТУСУР, 2018. – 17 с. Доступ из личного кабинета студента. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://study.tusur.ru/study/library.

7.3.2. Учебно-методические пособия для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

7.4. Иное учебно-методическое обеспечение

1. Легостаев, Н.С. Магнитные элементы электронных устройств [Электронный ресурс]: электронный курс / Н. С. Легостаев. - Томск : ФДО, ТУСУР, 2019. (доступ из личного кабинета студента) .

7.5. Современные профессиональные базы данных

Согласована на портале № 77326

и информационные справочные системы

1. При изучении дисциплины рекомендуется обращаться к современным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, к которым у ТУСУРа открыт доступ: https://lib.tusur.ru/ru/resursy/bazy-dannyh.

8. Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

8.1. Общие требования к материально-техническому и программному обеспечению дисциплины

Учебные аудитории для проведения занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, для самостоятельной работы студентов

634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Веб-камера - 6 шт.;
- Наушники с микрофоном - 6 шт.;
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- 7-Zip;
- Google Chrome;
- Kaspersky Endpoint Security для Windows;
- LibreOffice;
- Microsoft Windows;

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для самостоятельной работы

Для самостоятельной работы используются учебные аудитории (компьютерные классы), расположенные по адресам:

- 634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 40, 233 ауд.;
- 634045, Томская область, г. Томск, ул. Красноармейская, д. 146, 209 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 47, 126 ауд.;
- 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 207 ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- учебная мебель;
- компьютеры;
- компьютеры подключены к сети «Интернет» и обеспечивают доступ в электронную информационно-образовательную среду ТУСУРа.

Перечень программного обеспечения:

- Microsoft Windows;
- OpenOffice;
- Kaspersky Endpoint Security 10 для Windows;
- 7-Zip;
- Google Chrome.

8.3. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Освоение дисциплины лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидами осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы преподавания для обучающихся с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой занимаются обучающиеся с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями зрения** предусмотрено использование в

Согласована на портале № 77326

лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для комфортного просмотра.

При занятиях с обучающимися с **нарушениями опорно-двигательного аппарата** используются альтернативные устройства ввода информации и другие технические средства приема/передачи учебной информации в доступных формах, мобильной системы обучения для людей с инвалидностью.

9. Оценочные материалы и методические рекомендации по организации изучения дисциплины

9.1. Содержание оценочных материалов для текущего контроля и промежуточной аттестации

Для оценки степени сформированности и уровня освоения закрепленных за дисциплиной компетенций используются оценочные материалы, представленные в таблице 9.1.

Таблица 9.1 – Формы контроля и оценочные материалы

Названия разделов (тем) дисциплины	Формируемые компетенции	Формы контроля	Оценочные материалы (ОМ)
1 Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств.	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Дроссели.	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Трансформаторы функциональных узлов энергетической электроники.	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Магнитные усилители.	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Шкала оценки сформированности отдельных планируемых результатов обучения по дисциплине приведена в таблице 9.2.

Таблица 9.2 – Шкала оценки сформированности планируемых результатов обучения по дисциплине

Согласована на портале № 77326

Оценка	Баллы за ОМ	Формулировка требований к степени сформированности планируемых результатов обучения		
		знать	уметь	владеть
2 (неудовлетворительно)	< 60% от максимальной суммы баллов	отсутствие знаний или фрагментарные знания	отсутствие умений или частично освоенное умение	отсутствие навыков или фрагментарные применение навыков
3 (удовлетворительно)	от 60% до 69% от максимальной суммы баллов	общие, но не структурированные знания	в целом успешно, но не систематически осуществляемое умение	в целом успешное, но не систематическое применение навыков
4 (хорошо)	от 70% до 89% от максимальной суммы баллов	сформированные, но содержащие отдельные проблемы знания	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы умение	в целом успешное, но содержащие отдельные пробелы применение навыков
5 (отлично)	≥ 90% от максимальной суммы баллов	сформированные систематические знания	сформированное умение	успешное и систематическое применение навыков

Шкала комплексной оценки сформированности компетенций приведена в таблице 9.3.

Таблица 9.3 – Шкала комплексной оценки сформированности компетенций

Оценка	Формулировка требований к степени компетенции
2 (неудовлетворительно)	Не имеет необходимых представлений о проверяемом материале или Знать на уровне **ориентирования**, представлений. Обучающийся знает основные признаки или термины изучаемого элемента содержания, их отнесенность к определенной науке, отрасли или объектам, узнает в текстах, изображениях или схемах и знает, к каким источникам нужно обращаться для более детального его усвоения.
3 (удовлетворительно)	Знать и уметь на **репродуктивном** уровне. Обучающихся знает изученный элемент содержания репродуктивно: произвольно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях.
4 (хорошо)	Знать, уметь, владеть на **аналитическом** уровне. Зная на репродуктивном уровне, указывать на особенности и взаимосвязи изученных объектов, на их достоинства, ограничения, историю и перспективы развития и особенности для разных объектов усвоения.
5 (отлично)	Знать, уметь, владеть на **системном** уровне. Обучающийся знает изученный элемент содержания системно, произвольно и доказательно воспроизводит свои знания устно, письменно или в демонстрируемых действиях, учитывая и указывая связи и зависимости между этим элементом и другими элементами содержания дисциплины, его значимость в содержании дисциплины.

9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 77326

1. Укажите единицу измерения в системе СИ напряженности магнитного поля:
   а) Тл (Тесла);
   б) Гн (Генри);
   в) Э (Эрстед);
   г) Вб (Вебер);
   д) А/м (ампер/метр);
   е) Гс (Гаусс).
2. Укажите связь единицы измерения магнитной индукции в системе СИ с единицей измерения магнитной индукции в системе СГСМ:
   а) 1Гс=100 мкТл;
   б) 1Гс=10^4 Тл;
   в) 1Тл=10^4 Гс;
   г) 1Тл=10 кГс.
3. Укажите численное значение для магнитной постоянной.
   а) 8,85 х 10^-12 Ф/м;
   б) 1,38 х 10^-23 Дж/К;
   в) 4пи х 10^-7 Гн/м;
   г) 9,274 х 10^-24 Дж/Тл.
4. Для магнитопровода типоразмера ПЛР 21х20х85(25) определите толщину навивки.
   а) 21 мм;
   б) 20 мм;
   в) 85 мм;
   г) 25 мм.
5. Магнитодиэлектрик представляет собой:
   а) сплав алюминия, кремния и железа;
   б) твердый раствор кремния в железе;
   в) композицию из порошков высокопроницаемого ферромагнетика с диэлектрической связкой;
   г) неметаллическое соединение из смеси окислов железа, никеля, цинка, марганца, меди и других металлов.
6. Укажите тип сердечника, геометрические формы которого определяют конструктивное исполнение магнитного элемента стержневой конструкции.
   а) R;
   б) КВ;
   в) ППК;
   г) Ш.
7. Укажите сердечник для сглаживающих дросселей.
   а) кольцевой ферритовый сердечник без дискретного зазора;
   б) стержневой ферритовый сердечник без дискретного зазора;
   в) стержневой ферритовый сердечник с несколькими дискретными зазорами.
8. При наличии немагнитного зазора в магнитопроводе дросселя
   а) увеличивается магнитная индукция в материале магнитопровода при заданной напряженности магнитного поля;
   б) увеличивается магнитная проницаемость материала магнитопровода при заданной напряженности магнитного поля;
   в) уменьшается магнитная индукция в материале магнитопровода при заданной напряженности магнитного поля.
9. Немагнитный зазор в магнитопровод дросселя вводится с целью:
   а) увеличения индуктивности дросселя;
   б) уменьшения объема магнитопровода дросселя;
   в) увеличения энергоемкости дросселя.
10. Определите энергию сглаживающего дросселя индуктивностью 18 мкГн, если известно, что максимальное значение тока дросселя 10 А.
    а) 450 мкДж;
    б) 900 мкДж;
    в) 1350 мкДж;
    г) 1800 мкДж.

Согласована на портале № 77326

11. Определите индукцию магнитного поля в материале магнитопровода из ферромагнетика с длиной средней линии
    0,1 м и немагнитным зазором 0,01 м, если индукция магнитного поля в зазоре 0,35 Тл.
    а) 0,035 Тл;
    б) 0,35 Тл;
    в) 0,70 Тл;
    г) 1,40 Тл.
12. Найти число ампер-витков, необходимое для получения в соленоиде длиной 0,1м и диаметром 0,01м магнитного поля напряженностью 500 А/м.
    а) 50;
    б) 100;
    в) 250;
    г) 500.
13. Определите активное сопротивление обмотки дросселя при перегреве дросселя на 70С. Число витков обмотки дросселя 250, средняя длина одного витка обмотки дросселя 0,06 м. Площадь сечения провода 2,545 мм^2. Материал провода – медь. Удельное электрическое сопротивление медного провода при температуре 20С принять 0,017 мкОмхм.
    а) 70 мОм;
    б) 130 мОм;
    в) 680 мОм;
    г) 1260 мОм.
14. Укажите уравнение, которое дает основание параметр трансформатора n назвать «коэффициентом трансформации».
    а) n=U1/U2;
    б) n=L1/M=w1/w2;
    в) Ls1=(L1-nM);
    г) w2 со штрихом=w1=n*w2.
15. Укажите уравнение, которое дает основание параметр трансформатора n назвать «коэффициентом приведения».
    а) n=U1/U2;
    б) n=L1/M=w1/w2;
    в) Ls1=(L1-nM);
    г) w2 со штрихом=w1=n*w2.
16. Объем V магнитопровода трансформатора связан с частотой f соотношением:
    а) V ~ f ;
    б) V ~ f^2 ;
    в) V ~ 1/ f ;
    г) V ~ 1 / f^0,25 .
17. Величина Sок x Sм (Sок – площадь окна магнитопровода; Sм – площадь поперечного сечения магнитопровода) трансформатора связана с максимальной магнитной индукцией Bm в магнитопроводе трансформатора соотношением:
    а) (Sок x Sм) ~ Bm;
    б) (Sок x Sм) ~ Bm^2;
    в) (Sок x Sм) ~ 1/Bm;
    г) (Sок x Sм) ~ Bm^0,5.
18. Число витков w1 первичной обмотки трансформатора для синусоидальной магнитной индукции связано с максимальной магнитной индукцией Bm соотношением:
    а) w1 ~ Bm^0,5 ;
    б) w1 ~ Bm ;
    в) w1 ~ 1/Bm^0,5 ;
    г) w1 ~ 1/ Bm.
19. Магнитный усилитель строят:
    а) на сглаживающем дросселе;
    б) на дросселе с подмагничиванием;
    в) на импульсном трансформаторе.
20. Если сердечник магнитного усилителя находится в двух переменных магнитных полях

Согласована на портале № 77326

различной частоты, то в усилительную схему включают:
а) выпрямители;
б) сглаживающие дроссели;
в) импульсные трансформаторы;
г) транзисторы.

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Укажите тип магнитопровода ленточного броневой конструкции:
   а) ПЛ;
   б) ПЛМ;
   в) ПЛР;
   г) ШЛО;
   д) ОЛ.
2. Универсальной называется обмотка:
   а) витки которой располагаются в ряд вдоль ее оси с шагом, равным наружному диаметру провода;
   б) однослойная, витки которой расположены с заданным шагом;
   в) витки которой располагаются под углом к плоскости ее вращения и имеют резкие перегибы у торцов обмотки;
   г) витки которой уложены группами вдоль ее оси.
3. Укажите тип сердечника, геометрические формы которого определяют конструктивное исполнение магнитного элемента броневого исполнения.
   а) R;
   б) EER;
   в) ПП; г) UU.
4. Альсифер представляет собой:
   а) сплав железа с никелем;
   б) твердый раствор кремния в железе;
   в) сплав алюминия, кремния и железа;
   г) сплав железа с молибденом.
5. Индуктивность дросселя прямо пропорциональна
   а) квадрату числа витков обмотки и сечению магнитопровода;
   б) сечению магнитопровода и обратно пропорциональна квадрату числа витков обмотки;
   в) числу витков обмотки и обратно пропорциональна сечению магнитопровода.
6. Определите добротность обмотки дросселя на частоте f=100 кГц . Индуктивность дросселя L =10 мкГн, активное сопротивление обмотки дросселя R=0,628 Ом.
   а) 2;
   б) 6;
   в) 10;
   г) 20.
7. Индуктивность сглаживающего дросселя L =20 мкГн . Максимальное значение тока в обмотке сглаживающего дросселя Im=(9,5+0,5) А. Определите энергию сглаживающего дросселя.
   а) 100 мкДж;
   б) 500 мкДж;
   в) 1000 мкДж;
   г) 1500 мкДж.
8. Определите магнитную проницаемость кольцевого магнитопровода с длиной средней линии магнитного поля в материале магнитопровода 100 мм и немагнитным зазором 0,3 мм. На магнитопроводе расположена обмотка с числом витков w=400. При протекании по намагничивающей обмотке тока силой I=0,25 А в зазоре создается магнитная индукция B=0,2 Тл.
   а) 105;
   б) 305;
   в) 605;
   г) 805.
9. Определите индуктивность рассеяния вторичной обмотки 2-х обмоточного

Согласована на портале № 77326

трансформатора, если известно, что индуктивность вторичной обмотки 0,16 Гн, а индуктивность намагничивания, приведенная по виткам к вторичной обмотке 0,13 Гн.
а) 0,01Гн;
б) 0,03Гн;
в) 0,07Гн;
г) 0,09Гн.

10. Однотактные магнитные усилители подразделяют на магнитные усилители
а) с последовательным и параллельным включением нагрузки;
б) с последовательным включением нагрузки;
в) с параллельным включением нагрузки.

9.1.3. Примерный перечень тем и тестовых заданий на контрольные работы

Магнитные элементы электронных устройств

1. Укажите тип сердечника ленточного стержневой конструкции.
а) ШЛ;
б) ПЛ;
в) ШЛМ;
г) ШЛР;
д) ОЛ.
2. Шаговой называется обмотка:
а) все витки которой расположены в один слой;
б) витки которой располагаются в ряд вдоль ее оси с шагом, равным наружному диаметру провода;
в) однослойная, витки которой расположены с заданным шагом;
г) витки которой уложены группами вдоль ее оси; д) витки которой уложены в виде плоской спирали.
3. Укажите порошковый материал с наименьшей магнитной индукцией насыщения.
а) MPP;
б) High Flux;
в) Kool Mμ;
г) X Flux;
д) Iron Powder.
4. Определите сплав, основу магнитной фазы которого составляет тройной сплав системы Al – Si – Fe:
а) Mo-пермаллой (MPP);
б) High Flux;
в) Sendast;
г) 80НХС.
5. Электротехническая сталь представляет собой:
а) сплав железа с никелем;
б) твердый раствор кремния в железе;
в) сплав железа с кобальтом;
г) сплав железа с марганцем.
6. При согласном включении двух обмоток электродвижущая сила самоиндукции
а) вычитается из электродвижущей силы самоиндукции;
б) добавляется к электродвижущей силе самоиндукции;
в) добавляется к электродвижущей силе самоиндукции с коэффициентом, равным отношению числа витков w1 первичной обмотки к числу витков w2 вторичной обмотки;
г) вычитается из электродвижущей силы самоиндукции с коэффициентом, равным отношению числа витков w1 первичной обмотки к числу витков w2 вторичной обмотки.
7. Особенностью сглаживающего дросселя является присутствие
а) в токе обмотки дросселя только переменной составляющей;
б) в токе обмотки дросселя только постоянной составляющей;
в) в токе обмотки дросселя как переменной, так и постоянной составляющей одновременно;
г) в магнитопроводе дросселя немагнитного зазора.
8. Оптимизация немагнитного зазора в магнитопроводе дросселя - это подбор такого зазора,

Согласована на портале № 77326

при котором дроссель обладает
а) наибольшей добротностью;
б) наибольшей индуктивностью;
в) наименьшим объемом при заданной энергоемкости;
г) наименьшей добротностью.

9. Индуктивность дросселя при постоянной величине магнитной проницаемости
а) пропорциональна числу витков и квадрату площади сечения магнитопровода;
б) пропорциональна квадрату числа витков и обратно пропорциональна площади сечения магнитопровода;
в) пропорциональна квадрату числа витков и площади сечения магнитопровода;
г) пропорциональна числу витков и площади сечения магнитопровода.
10. Мощность трансформатора
а) пропорциональна произведению площади окна магнитопровода на площадь поперечного сечения магнитопровода и обратно пропорциональна частоте напряжения на первичной обмотке;
б) пропорциональна площади окна магнитопровода и обратно пропорциональна площади поперечного сечения магнитопровода;
в) пропорциональна произведению площади окна магнитопровода на площадь поперечного сечения магнитопровода; г) пропорциональна произведению площади окна магнитопровода на площадь поперечного сечения магнитопровода и обратно пропорциональна магнитной индукции в магнитопроводе трансформатора.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление студентов, самообразование. При этом самостоятельная работа студентов играет решающую роль в ходе всего учебного процесса.

Начать изучение дисциплины необходимо со знакомства с рабочей программой, списком учебно-методического и программного обеспечения. Самостоятельная работа студента включает работу с учебными материалами, выполнение контрольных мероприятий, предусмотренных учебным планом.

В процессе изучения дисциплины для лучшего освоения материала необходимо регулярно обращаться к рекомендуемой литературе и источникам, указанным в учебных материалах; пользоваться через кабинет студента на сайте Университета образовательными ресурсами электронно-библиотечной системы, а также общедоступными интернет-порталами, содержащими научно-популярные и специализированные материалы, посвященные различным аспектам учебной дисциплины.

При самостоятельном изучении тем следуйте рекомендациям:

– чтение или просмотр материала осуществляйте со скоростью, достаточной для индивидуального понимания и освоения материала, выделяя основные идеи; на основании изученного составить тезисы. Освоив материал, попытаться соотнести теорию с примерами из практики;

– если в тексте встречаются незнакомые или малознакомые термины, следует выяснить их значение для понимания дальнейшего материала;

– осмысливайте прочитанное и изученное, отвечайте на предложенные вопросы.

Студенты могут получать индивидуальные консультации, в т.ч. с использованием средств телекоммуникации.

По дисциплине могут проводиться дополнительные занятия, в т.ч. в форме вебинаров. Расписание вебинаров и записи вебинаров публикуются в электронном курсе по дисциплине.

9.3. Требования к оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусмотрены дополнительные оценочные материалы, перечень которых указан в таблице 9.4.

Таблица 9.4 – Дополнительные материалы оценивания для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Согласована на портале № 77326

Категории обучающихся	Виды дополнительных оценочных материалов	Формы контроля и оценки результатов обучения
С нарушениями слуха	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы	Преимущественно письменная проверка
С нарушениями зрения	Собеседование по вопросам к зачету, опрос по терминам	Преимущественно устная проверка (индивидуально)
С нарушениями опорно-двигательного аппарата	Решение дистанционных тестов, контрольные работы, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету	Преимущественно дистанционными методами
С ограничениями по общемедицинским показаниям	Тесты, письменные самостоятельные работы, вопросы к зачету, контрольные работы, устные ответы	Преимущественно проверка методами, определяющимися исходя из состояния обучающегося на момент проверки

9.4. Методические рекомендации по оценочным материалам для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов предусматривается доступная форма предоставления заданий оценочных средств, а именно:

– в печатной форме;
– в печатной форме с увеличенным шрифтом;
– в форме электронного документа;
– методом чтения ассистентом задания вслух;
– предоставление задания с использованием сурдоперевода.

Лицам с ограниченными возможностями здоровья и инвалидам увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких обучающихся предусматривается доступная форма предоставления ответов на задания, а именно:

– письменно на бумаге;
– набор ответов на компьютере;
– набор ответов с использованием услуг ассистента;
– представление ответов устно.

Процедура оценивания результатов обучения лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов по дисциплине предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме увеличенным шрифтом.

Для лиц с нарушениями слуха:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
– в форме электронного документа;
– в печатной форме.

При необходимости для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Согласована на портале № 77326

ЛИСТ СОГЛАСОВАНИЯ

Рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ПрЭ
протокол № 19 от «16» 12 2022 г.

СОГЛАСОВАНО:

Должность	Инициалы, фамилия	Подпись
Заведующий выпускающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Заведующий обеспечивающей каф. ПрЭ	С.Г. Михальченко	Согласовано, 706957f1-d2eb-4f94-b533-6139893cfd5a
Декан ФДО	И.П. Черкашина	Согласовано, 4580bdea-d7a1-4d22-bda1-21376d739cfc

ЭКСПЕРТЫ:

Старший преподаватель, каф. ТЭО	А.В. Гураков	Согласовано, 4bfa5749-993c-4879-adcf-c25c69321c91
Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Разработано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Ассистент, каф. ТЭО	Ю.Л. Замятина	Разработано, 1663c03a-62e7-4092-902a-95591a9d4047

Согласована на портале № 77326