

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

Документ подписан электронной подписью

Сертификат: a1119608-cdff-4455-b54e-5235117c185c

Владелец: Семенко Павел Васильевич

Действителен: с 17.09.2019 по 16.09.2024

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 | 108 | 108 | часов |
| (включая промежуточную аттестацию) | | 3 | з.е. |

| Формы промежуточной аттестация | Семестр | Количество |
|--------------------------------|---------|------------|
| Зачет | 6 | |
| Контрольные работы | 6 | 1 |

Томск

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,

**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 | | | |

| | | | |
|---|---|---|------|
| 1 Общие положения проектирования магнитных элементов электронных устройств. | Теоретические положения проектирования магнитных элементов. Конструкции магниторыводов 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. | 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.

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

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

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

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

| 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

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) $1\text{Гс}=100\text{ мкТл}$;
 - б) $1\text{Гс}=10^4\text{ Тл}$;
 - в) $1\text{Тл}=10^4\text{ Гс}$;
 - г) $1\text{Тл}=10\text{ кГс}$.
3. Укажите численное значение для магнитной постоянной.
 - а) $8,85 \times 10^{-12}\text{ Ф/м}$;
 - б) $1,38 \times 10^{-23}\text{ Дж/К}$;
 - в) $4\pi \times 10^{-7}\text{ Гн/м}$;
 - г) $9,274 \times 10^{-24}\text{ Дж/Тл}$.
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) KB;
 - 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.

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 0,1 м и диаметром 0,01 м 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 мм². 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) $n=U_1/U_2$;
 - б) $n=L_1/M=w_1/w_2$;
 - в) $L_{s1}=(L_1-nM)$;
 - г) w_2 со штрихом= $w_1=n*w_2$.
15. Укажите уравнение, которое дает основание параметр трансформатора n назвать «коэффициентом приведения».
 - а) $n=U_1/U_2$;
 - б) $n=L_1/M=w_1/w_2$;
 - в) $L_{s1}=(L_1-nM)$;
 - г) w_2 со штрихом= $w_1=n*w_2$.
16. Объем V магнитопровода трансформатора связан с частотой f соотношением:
 - а) $V \sim f$;
 - б) $V \sim f^2$;
 - в) $V \sim 1/f$;
 - г) $V \sim 1/f^{0,25}$.
17. Величина $S_{ок} \times S_m$ ($S_{ок}$ – площадь окна магнитопровода; S_m – площадь поперечного сечения магнитопровода) трансформатора связана с максимальной магнитной индукцией B_m в магнитопровode трансформатора соотношением:
 - а) $(S_{ок} \times S_m) \sim B_m$;
 - б) $(S_{ок} \times S_m) \sim B_m^2$;
 - в) $(S_{ок} \times S_m) \sim 1/B_m$;
 - г) $(S_{ок} \times S_m) \sim B_m^{0,5}$.
18. Число витков w_1 первичной обмотки трансформатора для синусоидальной магнитной индукции связано с максимальной магнитной индукцией B_m соотношением:
 - а) $w_1 \sim B_m^{0,5}$;
 - б) $w_1 \sim B_m$;
 - в) $w_1 \sim 1/B_m^{0,5}$;
 - г) $w_1 \sim 1/B_m$.
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

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 броневое исполнение.
 - 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 $I_m=(9,5+0,5)$ 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

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) МРР;
- б) High Flux;
- в) Kool Мц;
- г) X Flux;
- д) Iron Powder.

4. Определите сплав, основу магнитной фазы которого составляет тройной сплав системы Al – Si – Fe:

- а) Мо-пермаллой (МРР);
- 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 w_1 первичной обмотки к числу витков w_2 вторичной обмотки;
- г) вычитается из электродвижущей силы самоиндукции с коэффициентом, равным отношению числа витков w_1 первичной обмотки к числу витков w_2 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,

- 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

| 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.

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 |