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**
Факультет: **Заочный и вечерний факультет (ЗиВФ)**
Кафедра: **Кафедра промышленной электроники (ПрЭ)**
Курс: **3**
Семестр: **5, 6**
Учебный план набора 2023 года

Объем дисциплины и виды учебной деятельности

Виды учебной деятельности	5 семестр	6 семестр	Всего	Единицы
Лекционные занятия	6		6	часов
Практические занятия	2	4	6	часов
в т.ч. в форме практической подготовки	2	4	6	часов
Самостоятельная работа	64	28	92	часов
Подготовка и сдача зачета		4	4	часов
Общая трудоемкость (включая промежуточную аттестацию)	72	36	108	часов
			3	з.е.

Формы промежуточной аттестация	Семестр
Зачет	6

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 № 70900

1. Общие положения

1.1. Цели дисциплины

1. Получение знаний в области устройства и принципа действия магнитных элементов электронных устройств (МЭЭУ) различного функционального назначения, применения МЭЭУ в устройствах энергетической электроники и преобразовательной техники, приобретение умений и навыков проектирования трансформаторов и дросселей.

1.2. Задачи дисциплины

1. Изучение кассификации, устройства и принципа действия МЭЭУ, их функционального назначения, условных графических обозначений на схемах электрических принципиальных.
2. Изучение основных расчетных соотношений для геометрических показателей и физических величине МЭЭУ.
3. Получение навыков проектирования трансформаторов и дросселей и навыков использования компьютерных технологий математических расчетов в системе Mathcad.

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

Согласована на портале № 70900

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	
		5 семестр	6 семестр
Контактная аудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	12	8	4
Лекционные занятия	6	6	
Практические занятия	6	2	4
Самостоятельная работа обучающихся, в т.ч. контактная внеаудиторная работа обучающихся с преподавателем, всего	92	64	28
Подготовка к контрольной работе	16	10	6
Подготовка к тестированию	26	18	8
Выполнение индивидуального задания	36	36	
Подготовка к зачету	14		14
Подготовка и сдача зачета	4		4
Общая трудоемкость (в часах)	108	72	36
Общая трудоемкость (в з.е.)	3	2	1

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	Лек. зан., ч	Прак. зан., ч	Сам. раб., ч	Всего часов (без зачета)	Формируемые компетенции
5 семестр					
1 Конструктивное исполнение МЭЭУ	1	-	8	9	ПК-3
2 Геометрические параметры МЭЭУ	1	-	6	7	ПК-3
3 Электротехнические законы МЭЭУ	1	-	4	5	ПК-3
4 Физические величины МЭЭУ, связанные с параметрами магнитопровода	1	-	20	21	ПК-3
5 Трансформаторы	2	2	26	30	ПК-3
Итого за семестр	6	2	64	72	
6 семестр					
6 Дроссели электромагнитные	-	-	8	8	ПК-3
7 Дроссели насыщения и магнитные усилители	-	4	8	12	ПК-3
8 Умножители и делители частоты	-	-	12	12	ПК-3
Итого за семестр	0	4	28	32	
Итого	6	6	92	104	

5.2. Содержание разделов (тем) дисциплины

Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям) приведено в таблице 5.2.

Таблица 5.2 – Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)

Согласована на портале № 70900

Названия разделов (тем) дисциплины	Содержание разделов (тем) дисциплины (в т.ч. по лекциям)	Трудоемкость (лекционные занятия), ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
1 Конструктивное исполнение МЭЭУ	Классификация МЭЭУ по конструктивному исполнению. Основные технические показатели ферромагнитных и обмоточных материалов. Конструкции магнитных элементов	1	ПК-3
	Итого	1	
2 Геометрические параметры МЭЭУ	Основные расчетные соотношения для геометрических показателей МЭЭУ	1	ПК-3
	Итого	1	
3 Электротехнические законы МЭЭУ	Законы, лежащие в основе принципа действия и методик проектирования МЭЭУ - закон электромагнитной индукции, закон полного тока, закон намагничивания	1	ПК-3
	Итого	1	
4 Физические величины МЭЭУ, связанные с параметрами магнитопровода	Вывод расчетных соотношений для действующего значения питающего напряжения, тока, габаритной мощности	1	ПК-3
	Итого	1	
5 Трансформаторы	Классификация, условные графические обозначения, основные расчетные соотношения, методика проектирования	2	ПК-3
	Итого	2	
	Итого за семестр	6	
6 семестр			
6 Дроссели электромагнитные	Классификация, условные графические обозначения, основные расчетные соотношения, методика проектирования	-	ПК-3
	Итого	-	
7 Дроссели насыщения и магнитные усилители	Классификация, условные графические обозначения, основные расчетные соотношения, эксплуатационные характеристики	-	ПК-3
	Итого	-	
8 Умножители и делители частоты	Принцип действия, условные графические обозначения, основные расчетные соотношения, эксплуатационные характеристики	-	ПК-3
	Итого	-	
	Итого за семестр	-	

Согласована на портале № 70900

Итого	6	

5.3. Контрольные работы

Не предусмотрено учебным планом

5.4. Лабораторные занятия

Не предусмотрено учебным планом

5.5. Практические занятия (семинары)

Наименование практических занятий (семинаров) приведено в таблице 5.5.

Таблица 5.5. – Наименование практических занятий (семинаров)

Названия разделов (тем) дисциплины	Наименование практических занятий (семинаров)	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции
5 семестр			
5 Трансформаторы	Основы проектирования трансформаторов. Кон-сультация по ИЗ1	2	ПК-3
	Итого	2	
Итого за семестр		2	
6 семестр			
7 Дроссели насыщения и магнитные усилители	Защита ИЗ	2	ПК-3
	Консруктивное исполнение и принцип действия дросселей насыщения и магнитных усилителей	2	ПК-3
	Итого	4	
Итого за семестр		4	
Итого		6	

5.6. Курсовой проект / курсовая работа

Не предусмотрено учебным планом

5.7. Самостоятельная работа

Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции представлены в таблице 5.7.

Таблица 5.7. – Виды самостоятельной работы, трудоемкость и формируемые компетенции

Названия разделов (тем) дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость, ч	Формируемые компетенции	Формы контроля
5 семестр				
1 Конструктивное исполнение МЭЭУ	Подготовка к контрольной работе	4	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
2 Геометрические параметры МЭЭУ	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	6		

Согласована на портале № 70900

3 Электротехнические законы МЭЭУ	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	4		
4 Физические величины МЭЭУ, связанные с параметрами магнитопровода	Выполнение индивидуального задания	16	ПК-3	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	20		
5 Трансформаторы	Выполнение индивидуального задания	20	ПК-3	Индивидуальное задание
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	26		
Итого за семестр		64		
6 семестр				
6 Дроссели электромагнитные	Подготовка к зачету	4	ПК-3	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
7 Дроссели насыщения и магнитные усилители	Подготовка к зачету	4	ПК-3	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	2	ПК-3	Тестирование
	Итого	8		
8 Умножители и делители частоты	Подготовка к зачету	6	ПК-3	Зачёт
	Подготовка к контрольной работе	2	ПК-3	Контрольная работа
	Подготовка к тестированию	4	ПК-3	Тестирование
	Итого	12		
Итого за семестр		28		
	Подготовка и сдача зачета	4		Зачет
Итого		96		

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

Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов учебной деятельности представлено в таблице 5.8.

Таблица 5.8 – Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов

Согласована на портале № 70900

занятий

Формируемые компетенции	Виды учебной деятельности			Формы контроля
	Лек. зан.	Прак. зан.	Сам. раб.	
ПК-3	+	+	+	Зачёт, Индивидуальное задание, 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. Обрусник В.П. Магнитные элементы электронных устройств: Учебное пособие. — Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники, 2018. — 61 с. [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://sdo.tusur.ru/pluginfile.php/604726/mod_resource/content/2/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%92%D0%9F%20%D0%9C%D0%AD%D0%AD%D0%A3%20%D0%BF%D0%BE%D1%81%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%B5%202018.pdf.
2. Легостаев Н.С. Магнитные элементы электронных устройств [Текст] : учебное пособие / Н. С. Легостаев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР) (Томск). - Томск : Эль Контент, 2014. - 186 с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 8 экз.).
3. Магнитные элементы электронных устройств [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н. С. Легостаев ; Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (Томск). - Электрон. текстовые дан. - Томск : [б. и.], 2014. - 186 с [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://edu.tusur.ru/training/publications/4272.

7.2. Дополнительная литература

1. Мелешин В.И. Транзисторная преобразовательная техника : монография / В. И. Мелешин. - М. : Техносфера, 2005. - 627[5] с. (наличие в библиотеке ТУСУР - 22 экз.).

7.3. Учебно-методические пособия

7.3.1. Обязательные учебно-методические пособия

1. Обрусник В. П. Магнитные элементы электронных устройств: Руководство к организации самостоятельной работы студентов. — Томск: ТУСУР, 2019. — 61 с. (С. 10-44, 59-61 для самостоятельной работы; С. 45-56 для практических занятий) [Электронный ресурс]: — Режим доступа: https://sdo.tusur.ru/pluginfile.php/604724/mod_resource/content/2/%D0%9E%D0%B1%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BD%D0%B8%D0%BA%20%D0%9C%D0%AD%D0%AD%D0%A3%20%D0%A0%D1%83%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%BE_2019.pdf.

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;

Согласована на портале № 70900

– в печатной форме.

7.4. 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. Материально-техническое и программное обеспечение для лекционных занятий

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория с достаточным количеством посадочных мест для учебной группы, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью. Имеются мультимедийное оборудование и учебно-наглядные пособия, обеспечивающие тематические иллюстрации по лекционным разделам дисциплины.

8.2. Материально-техническое и программное обеспечение для практических занятий

Вычислительная лаборатория: учебная аудитория для проведения занятий практического типа, учебная аудитория для проведения занятий лабораторного типа, учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, помещение для курсового проектирования (выполнения курсовых работ); 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 201б ауд.

Описание имеющегося оборудования:

- Персональные компьютеры (16 шт.);
- Интерактивная доска – «Smart-board» DViT (1 шт.);
- Мультимедийный проектор NEC (1 шт.);
- Комплект специализированной учебной мебели;
- Рабочее место преподавателя.

Программное обеспечение:

- Adobe Acrobat Reader;
- LibreOffice;
- PTC Mathcad 13, 14;

8.3. 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.

8.4. 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.

Согласована на портале № 70900

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 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 Конструктивное исполнение МЭЭУ	ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
2 Геометрические параметры МЭЭУ	ПК-3	Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
3 Электротехнические законы МЭЭУ	ПК-3	Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
4 Физические величины МЭЭУ, связанные с параметрами магнитопровода	ПК-3	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий

Согласована на портале № 70900

5 Трансформаторы	ПК-3	Индивидуальное задание	Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
6 Дроссели электромагнитные	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
7 Дроссели насыщения и магнитные усилители	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		Тестирование	Примерный перечень тестовых заданий
8 Умножители и делители частоты	ПК-3	Зачёт	Перечень вопросов для зачета
		Контрольная работа	Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ
		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

Согласована на портале № 70900

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.

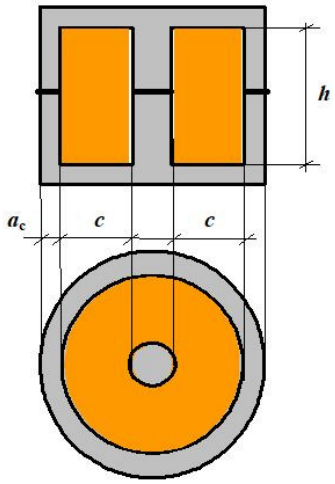
9.1.1. Примерный перечень тестовых заданий

1. Какое устройство не относится к классу магнитных элементов электронных устройств?
   1. Дроссель
   2. Трансформатор
   3. Тиристор
   4. Дроссель насыщения

2. Какой магнитный элемент выполняет функцию преобразования одной системы переменного тока в другую систему переменного тока?
   1. Дроссель
   2. Дроссель насыщения
   3. Трансформатор
   4. Магнгитный усилитель

3. Конструкция магнитного элемента какого типа изображена на рисунке?

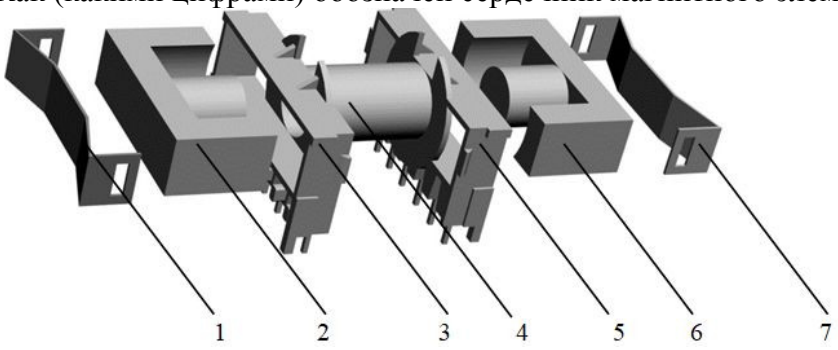
Согласована на портале № 70900



1. Броневая
2. Стержневая
3. Тороидальная
4. Чашечная

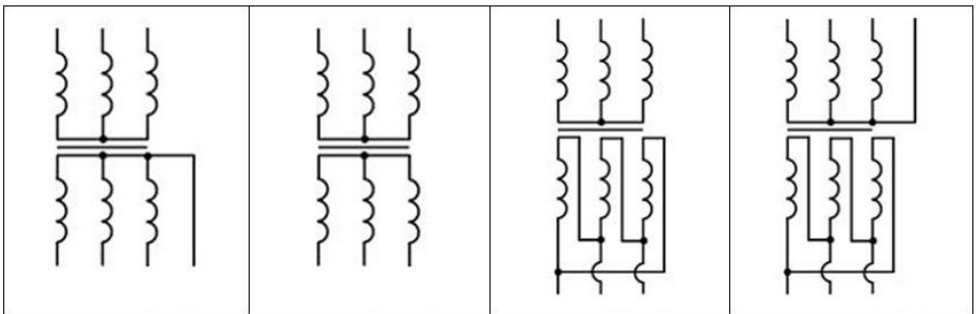
4. Чему равен коэффициент трансформации однофазного двухобмоточного трансформатора?
   1. Отношению мощности первичной обмотки к мощности вторичной обмотки
   2. Отношению числа витков первичной обмотки к числу витков вторичной обмотки
   3. Отношению напряжения холостого хода к номинальному напряжению
   4. Отношению тока холостого хода к номинальному току

5. Как (какими цифрами) обозначен сердечник магнитного элемента на рисунке?



   1. 1 и 7
   2. 2 и 6
   3. 3 и 5
   4. 4

6. На каком рисунке изображено условное графическое обозначение на схеме электрической принципиальной трехфазного трансформатора, имеющего схему соединения «звезда − звезда» с выведенной нулевой точкой обмотки низшего напряжения?



   1. Рис. 1
   2. Рис. 2
   3. Рис. 3

Согласована на портале № 70900

4. Рис. 4

7. На каком рисунке в составе схемы имеется дроссель насыщения?

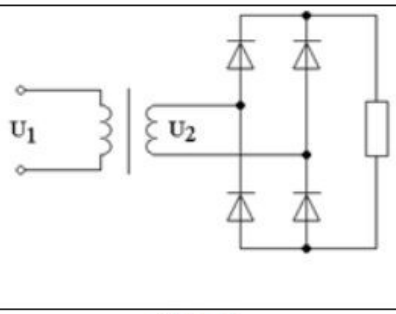


Рис. 1

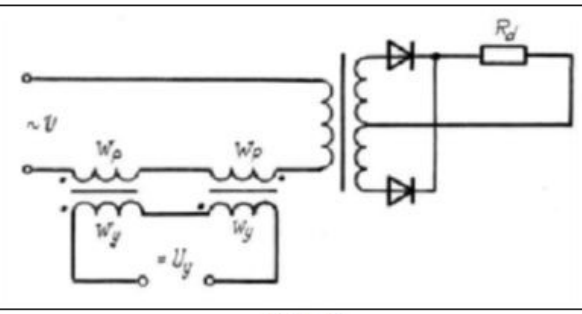


Рис. 2

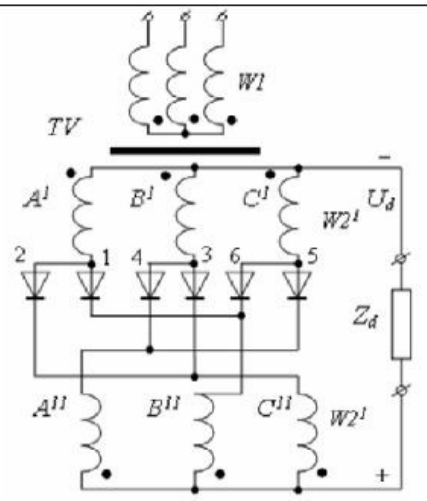


Рис. 3

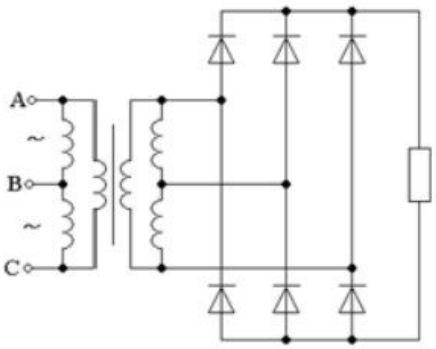
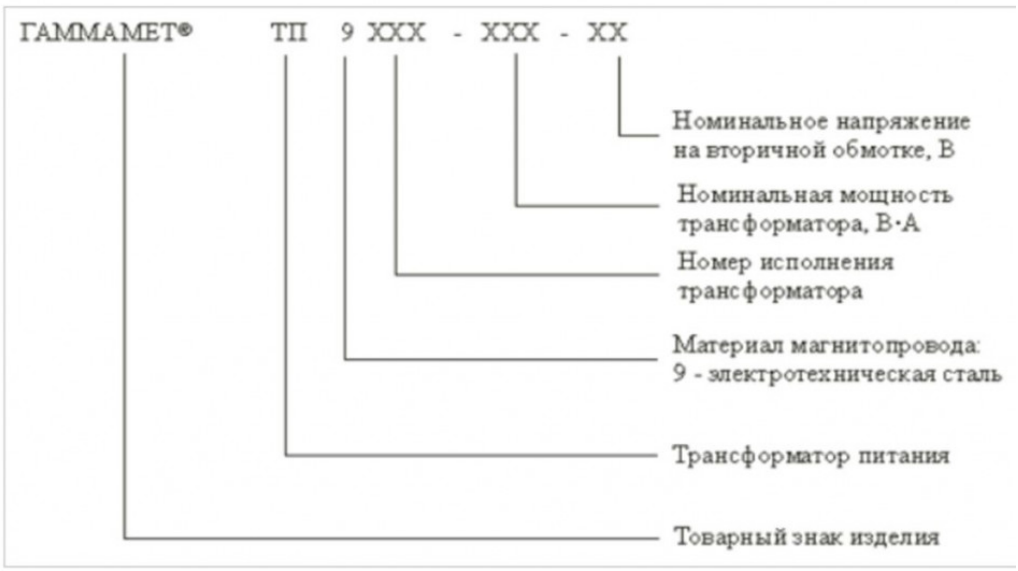


Рис. 4

1. Рис. 1
2. Рис. 2
3. Рис. 3
4. Рис. 4

8. Вы нашли информацию о трансформаторах, приведенную ниже. Сколько обмоток имеет трансформатор ТП9177?

Условное обозначение трансформаторов ТП 9



Согласована на портале № 70900

Трансформатор	Мощность, кВт	Первичная обмотка, В	Вторичная обмотка, В	Ток во вторичной обмотке*, А	Размеры, мм
ТП9177	0,004	220	7/7/7/2x16/2x16	0,5/0,1/0,1/0,02/0,02/0,02/0,02	50x25
ТП9114	0,01	220	18/18/35+25	0,4/0,03/0,03/0,03	60x35
ТП9131	0,01	220	36	0,3	50x30
ТП9167	0,01	220	27	0,15	50x30
ТП9117	0,012	220	17	0,7	60x45

1. 5
2. 6
3. 7
4. 8

9. Какая из представленных схем соединения обмоток трансформатора соответствует схеме соединения шестифазная звезда?

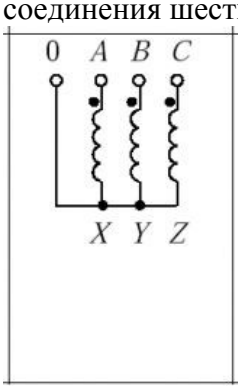


Рис. 1

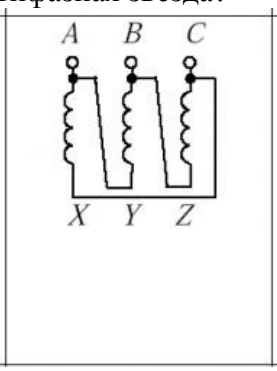


Рис. 2

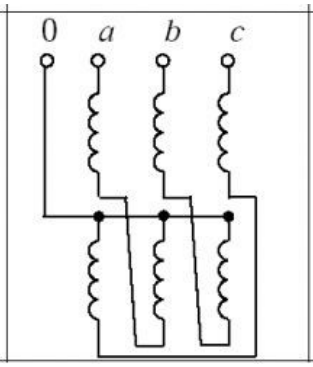


Рис. 3

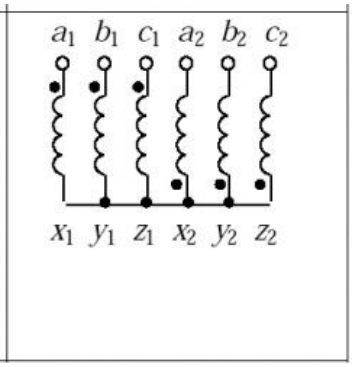


Рис. 4

1. Рис. 1
2. Рис. 2
3. Рис. 3
4. Рис. 4

10. Какое число витков должна иметь вторичная обмотка трансформатора, если:
напряжение первичной обмотки .....220 В;
количество витков первичной обмотки 2200
и требуется получить напряжение вторичной обмотки в режиме холостого хода 22 В?
1. 22000
2. 2200
3. 220
4. 22

9.1.2. Перечень вопросов для зачета

1. Приведите классификацию и условные графические обозначения МЭЭУ
2. Поясните конструктивное исполнение МЭЭУ, приведите эскизы
3. Дроссели электромагнитные – назначение и классификация
4. Индуктивность дросселя без зазора и с зазором - получить формулу для индуктивности и пояснить входящие в нее величины
5. Запишите и поясните систему уравнений однофазного двухобмоточного трансформатора

9.1.3. Примерный перечень вариантов (заданий) контрольных работ

1. КР1 Вариант 1

Согласована на портале № 70900

ВАРИАНТ 1

1. Имеется 2 ферромагнитных сердечника - О-образного типа из материала 3422 с размерами:

a_c= 20 мм, $в_c$= 40 мм,

c= 40 мм, h= 80 мм.

Технические показатели сердечников характеризуются параметрами:

коэффициент заполнения – 0,85,

удельный вес – 7,65 г/куб.см,

удельные потери мощности - 14 Вт/кг

при индукции 0,5 Тл и частоте 1 КГц;

индукция насыщения – 1,6 Тл.

На указанных сердечниках выполнен броневой однофазный трансформатор с медными обмотками, допускающий работу с перегревом не более 50 градусов по Цельсию при частоте 8 КГц.

Обмоточный материал имеет параметры:

коэффициент заполнения 0,3,

удельный вес 8,8 г/куб.см,

удельное сопротивление $2{,}1 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Заполнение окна - неполное,

охлаждение - воздушное, 8 м/с.

Требуется определить:

1.1. Объемы, веса, поверхности охлаждения магнитопровода и катушек.

1.2. Допустимые потери мощности.

1.3. Плотность тока и индукцию.

1.4. Максимальную входную мощность.

1.5. Фактический перегрев катушек.

2. КР1 Вариант 2

ВАРИАНТ 2

1. Имеется 2 ферромагнитных сердечника - О-образного типа из материала 3422 с размерами:

a_c= 20 мм, $в_c$= 20 мм,

c= 20 мм, h= 80 мм.

Технические показатели сердечников характеризуются параметрами:

коэффициент заполнения – 0,85,

удельный вес – 7,65 г/куб.см,

удельные потери мощности - 14 Вт/кг,

при индукции 0,5 Тл и частоте 1 КГц;

индукция насыщения- 1,6 Тл.

На указанных сердечниках выполнен стержневой однофазный трансформатор с медными обмотками, допускающий работу с перегревом не более 50 градусов по Цельсию при частоте 5 КГц.

Обмоточный материал имеет параметры:

коэффициент заполнения 0,3,

удельный вес 8,8 г/куб.см,

удельное сопротивление $2{,}1 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Заполнение окна - неполное,

охлаждение - естественное.

Требуется определить:

1.1. Объемы, веса, поверхности охлаждения магнитопровода и катушек.

1.2. Допустимые потери мощности.

1.3. Плотность тока и индукцию.

1.4. Максимальную входную мощность.

1.5. Фактический перегрев катушек.

3. КР1 Вариант 3

Согласована на портале № 70900

ВАРИАНТ 3

1. Имеется 2 ферромагнитных сердечника - О-образного типа из материала 3422 с размерами:

a_c= 20 мм, $в_c$= 40 мм,

c= 40 мм, h= 100 мм.

Технические показатели сердечников характеризуются параметрами:

коэффициент заполнения – 0,85,

удельный вес – 7,65 г/куб.см,

удельные потери мощности – 8,5 Вт/кг

при индукции 0,5 Тл и частоте 1 КГц;

индукция насыщения- 1,6 Тл.

На указанных сердечниках выполнен броневой однофазный трансформатор с алюминиевыми обмотками, допускающий работу с перегревом не более 40 градусов по Цельсию при частоте 5 КГц .

Обмоточный материал имеет параметры:

коэффициент заполнения 0,3,

удельный вес 2,7 г/куб.см,

удельное сопротивление $3{,}4 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Заполнение окна - неполное,

охлаждение - естественное.

Требуется определить:

1.1. Объемы, веса, поверхности охлаждения магнитопровода и катушек.

1.2. Допустимые потери мощности.

1.3. Плотность тока и индукцию.

1.4. Максимальную входную мощность.

1.5. Фактический перегрев катушек.

4. КР1 Вариант 4

ВАРИАНТ 4

1. Имеется 2 ферромагнитных сердечника - тороидального типа из материала 3422 с размерами:

a_c= 20 мм, $в_c$= 20 мм,

c= 100 мм, h= - мм.

Технические показатели сердечников характеризуются параметрами:

коэффициент заполнения – 0,85,

удельный вес – 7,65 г/куб.см,

удельные потери мощности - 10 Вт/кг

при индукции 0,5 Тл и частоте 1 КГц;

индукция насыщения- 1,6 Тл.

На указанных сердечниках выполнен тороидальный однофазный трансформатор с медными обмотками, допускающий работу с перегревом не более 50 градусов по Цельсию при частоте 8 КГц.

Обмоточный материал имеет параметры:

коэффициент заполнения 0,25,

удельный вес 8,8 г/куб.см,

удельное сопротивление $2{,}1 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Заполнение окна - неполное,

охлаждение - воздушное, 8 м/с.

Требуется определить:

1.1. Объемы, веса, поверхности охлаждения магнитопровода и катушек.

1.2. Допустимые потери мощности.

1.3. Плотность тока и индукцию.

1.4. Максимальную входную мощность.

1.5. Фактический перегрев катушек.

5. КР1 Вариант 5

Согласована на портале № 70900

ВАРИАНТ 5

1. Имеется 2 ферромагнитных сердечника - тороидального типа из материала 3422 с размерами:

a_c= 20 мм, $в_c$= 20 мм,

c= 100 мм, h= - мм.

Технические показатели сердечников характеризуются параметрами:

коэффициент заполнения – 0,85,

удельный вес – 7,65 г/куб.см,

удельные потери мощности – 8,5 Вт/кг

при индукции 0,5 Тл и частоте 1 КГц;

индукция насыщения- 1,6 Тл.

На указанных сердечниках выполнен тороидальный однофазный трансформатор с алюминиевыми обмотками, допускающий работу с перегревом не более 50 градусов по Цельсию при частоте 5 КГц.

Обмоточный материал имеет параметры:

коэффициент заполнения 0,2,

удельный вес 2,7 г/куб.см,

удельное сопротивление $3{,}4 \cdot 10^{-8}$ Ом·м.

Заполнение окна - неполное,

охлаждение - естественное.

Требуется определить:

1.1. Объемы, веса, поверхности охлаждения магнитопровода и катушек.

1.2. Допустимые потери мощности.

1.3. Плотность тока и индукцию.

1.4. Максимальную входную мощность.

1.5. Фактический перегрев катушек.

6. КР2 Вариант 1

Схема замещения трансформатора имеет параметры:

суммарное индуктивное сопротивление рассеяния - 2 Ом,

активные сопротивления::

первичной обмотки – 0,5 Ом,

вторичной – 0,03 Ом,

реактивное сопротивление намагничивания - 250 Ом,

активное сопротивление от потерь в стали - 50 Ом,

проходная емкость - 150 пФ,

коэффициент трансформации - 5,

напряжение питающей сети - 220 В,

частота - 5500 Гц.

Определить:

2.1. Токи холостого хода и короткого замыкания.

2.2. Выходное напряжение при токе нагрузки 40 А.

2.3. Резонансные частоты трансформатора.

2.4. Длительности переходных процессов при включении на холостом ходу и под нагрузкой при коэффициенте мощности 0,9.

2.5. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности схемы замещения при номинальном токе нагрузки

7. КР2 Вариант 2

Согласована на портале № 70900

Схема замещения трансформатора имеет параметры:
суммарное индуктивное сопротивление рассеяния – 2,4 Ом,
активные сопротивления::
первичной обмотки – 0,6 Ом,
вторичной- 0,03 Ом,
реактивное сопротивление намагничивания - 280 Ом,
активное сопротивление от потерь в стали- 60 Ом,
проходная емкость - 150 пФ,
коэффициент трансформации - 5,
напряжение питающей сети - 220 В,
частота - 5000 Гц.

Определить:

2.1. Токи холостого хода и короткого замыкания
2.2. Выходное напряжение при токе нагрузки 40 А
2.3. Резонансные частоты трансформатора
2.4. Длительности переходных процессов при включении на холостом ходу и под нагрузкой при коэффициенте мощности 0,8.
2.5. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности схемы замещения при номинальном токе нагрузки

8. КР2 Вариант 3

Схема замещения трансформатора имеет параметры:
суммарное индуктивное сопротивление рассеяния - 10 Ом,
активные сопротивления:
первичной обмотки - 2 Ом,
вторичной- 0,5 Ом,
реактивное сопротивление намагничивания - 2000 Ом,
активное сопротивление от потерь в стали- 400 Ом,
проходная емкость - 200 пФ,
коэффициент трансформации - 2,
напряжение питающей сети - 220 В,
частота - 1000 Гц.

Определить:

2.1. Токи холостого хода и короткого замыкания.
2.2. Выходное напряжение при токе нагрузки 2 А.
2.3. Резонансные частоты трансформатора.
2.4. Длительности переходных процессов при включении на холостом ходу и под нагрузкой при коэффициенте мощности 0,8.
2.5. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности схемы замещения при номинальном токе нагрузки

9. КР2 Вариант 4

Согласована на портале № 70900

. Схема замещения трансформатора имеет параметры:
суммарное индуктивное сопротивление рассеяния – 2,4 Ом,
активные сопротивления:
первичной обмотки – 0,5 Ом,
вторичной- 0,02 Ом,
реактивное сопротивление намагничивания - 300 Ом,
активное сопротивление от потерь в стали- 50 Ом,
проходная емкость - 140 пФ,
коэффициент трансформации - 5,
напряжение питающей сети - 220 В,
частота - 5000 Гц.

Определить:

2.1. Токи холостого хода и короткого замыкания
2.2. Выходное напряжение при токе нагрузки 40 А
2.3. Резонансные частоты трансформатора
2.4. Длительности переходных процессов при включении на холостом ходу и под нагрузкой при коэффициенте мощности 0,65.
2.5. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности схемы замещения при номинальном токе нагрузки

10. КР2 Вариант 5

Схема замещения трансформатора имеет параметры:
суммарное индуктивное сопротивление рассеяния – 2,5 Ом,
активные сопротивления:
первичной обмотки – 0,4 Ом,
вторичной- 0,35 Ом,
реактивное сопротивление намагничивания - 400 Ом,
активное сопротивление от потерь в стали- 100 Ом,
проходная емкость - 120 пФ,
коэффициент трансформации - 1,
напряжение питающей сети - 220 В,
частота - 2500 Гц.

Определить:

2.1. Токи холостого хода и короткого замыкания.
2.2. Выходное напряжение при токе нагрузки 8 А.
2.3. Резонансные частоты трансформатора.
2.4. Длительности переходных процессов при включении на холостом ходу и под нагрузкой при коэффициенте мощности 0,7.
2.5. Коэффициент полезного действия и коэффициент мощности схемы замещения при номинальном токе нагрузки

9.1.4. Примерный перечень вариантов индивидуальных заданий

1. ИЗ1 вариант 1

ВАРИАНТ 1

Рассчитать двухобмоточный броневой трансформатор с медными обмотками, работающий в условиях принудительного воздушного охлаждения. Трансформатор должен удовлетворять критерию минимума веса с параметрами:
первичное напряжение $U1$, В 220
вторичное напряжение $U2$, В 6
вторичный ток $I2$, А 100
частота сети питания $f1$, кГц 0,05
коэффициенты мощности cosϕ и полезного действия η
должны быть не менее 0,95.

2. ИЗ1 вариант 2

Согласована на портале № 70900

ВАРИАНТ 2

Рассчитать двухобмоточный стержневой трансформатор с алюминиевыми обмотками, работающий в условиях естественного воздушного охлаждения. Трансформатор должен удовлетворять критерию минимума веса с параметрами:
первичное напряжение $U1$, В 220
вторичное напряжение $U2$, В 12
вторичный ток $I2$, А 100
частота сети питания $f1$, кГц 0,4
коэффициенты мощности cosϕ и полезного действия η
должны быть не менее 0,95.

3. ИЗ1 вариант 3

ВАРИАНТ 3

Рассчитать двухобмоточный броневой трансформатор с медными обмотками, работающий в условиях принудительного воздушного охлаждения. Трансформатор должен удовлетворять критерию минимума веса с параметрами:
первичное напряжение $U1$, В 220
вторичное напряжение $U2$, В 24
вторичный ток $I2$, А 50
частота сети питания $f1$, кГц 1
коэффициенты мощности cosϕ и полезного действия η
должны быть не менее 0,95.

4. ИЗ1 вариант 4

ВАРИАНТ 4

Рассчитать двухобмоточный тороидальный трансформатор с алюминиевыми обмотками, работающий в условиях естественного воздушного охлаждения. Трансформатор должен удовлетворять критерию минимума массы с параметрами:
первичное напряжение $U1$, В 220
вторичное напряжение $U2$, В 36
вторичный ток $I2$, А 50
частота сети питания $f1$, кГц 2
коэффициенты мощности cosϕ и полезного действия η
должны быть не менее 0,95.

5. ИЗ1 вариант 5

ВАРИАНТ 5

Рассчитать двухобмоточный броневой трансформатор с медными обмотками, работающий в условиях принудительного воздушного охлаждения. Трансформатор должен удовлетворять критерию минимума стоимости с параметрами:
первичное напряжение $U1$, В 220
вторичное напряжение $U2$, В 48
вторичный ток $I2$, А 20
частота сети питания $f1$, кГц 2,5
коэффициенты мощности cosϕ и полезного действия η
должны быть не менее 0,95.

6. Содержание ИЗ2

Используя данные, полученные при выполнении ИЗ1, определить для МЭ индуктивность L, если этот элемент будет использован в качестве дросселя.

9.2. Методические рекомендации

Учебный материал излагается в форме, предполагающей самостоятельное мышление

Согласована на портале № 70900

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 / электронном журнале 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;

Согласована на портале № 70900

– 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 № 70900

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
И.О. начальника учебного управления	И.А. Лариошина	Согласовано, c3195437-a02f-4972-a7c6-ab6ee1f21e73
Декан ЗиВФ	И.В. Осипов	Согласовано, 126832c4-9aa6-45bd-8e71-e9e09d25d010

ЭКСПЕРТЫ:

Профессор, каф. ПрЭ	Н.С. Легостаев	Согласовано, 6332ca5f-c16e-4579-bbc4-ee49773dfd8d
Доцент, каф. ПрЭ	Д.О. Пахмурин	Согласовано, ce9e048a-2a49-44a0-b2ab-bc9421935400

РАЗРАБОТАНО:

Профессор, каф. ПрЭ	Т.Н. Зайченко	Разработано, e2f6f278-7df5-4ac2-974a-10638be62335

Согласована на портале № 70900