

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
 высшего образования  
 «ТОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ»  
 (ТУСУР)



**УТВЕРЖДАЮ**  
 Директор департамента образования  
 (Проректор по учебной работе)  
**П. Е. Троян**  
 Документ подписан электронной подписью  
 Сертификат: 1с6сfa0a-52a6-4f49-aef0-5584d3fd4820  
 Владелец: Троян Павел Ефимович  
 Действителен: с 19.01.2016 по 16.09.2019

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА И ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
**МАГНИТНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ**

Уровень образовательной программы **бакалавриат**

Направление подготовки **11.03.04 – «Электроника и наноэлектроника»**

Профиль **Промышленная электроника**

Форма обучения **заочная**

Факультет **Заочный и вечерний (ЗиВФ)**

Кафедра **промышленной электроники**

Курс **3**

Семестр **5, 6**

**Учебный план набора 2016 г. и последующих лет**

Распределение рабочего времени:

№	Виды учебной работы	Семестр 1	Семестр 2	Семестр 3	Семестр 4	Семестр 5	Семестр 6	Семестр 7	Семестр 8	Всего	Единицы
1.	Лекции					6				6	часов
2.	Практические занятия					2	6			8	часов
3.	Лабораторные работы										часов
4.	Курсовой проект/работа (КРС) (аудиторная)	Не предусмотрено									часов
5.	Всего аудиторных занятий					8	6			14	часов
6.	Из них в интерактивной форме										часов
7.	Самостоятельная работа студентов (СРС)					64	93			157	часов
8.	Всего (без экзамена)					72	99			171	
9.	Самост. работа на подготовку, сдачу экзамена						9			9	часов
10.	Общая трудоемкость					72	108			180	часов
11.	Контрольная работа						1				шт.
	(в зачетных единицах)					2	3			5	ЗЕ

Экзамен \_\_\_\_\_ 6 \_\_\_\_\_ семестр

Томск 2017

Рабочая программа составлена с учетом требований Федерального Государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО) по направлению 11.03.04 – «Электроника и нанoeлектроника», утвержденного приказом № 218 от 12.03.2015, рассмотрена и утверждена на заседании кафедры ПрЭ 28.11.2016 г., протокол № 42.

Разработчик:

Профессор каф. ПрЭ

Т.Н. Зайченко

Зав. кафедрой ПрЭ

С.Г. Михальченко

Рабочая программа согласована с факультетом и выпускающей кафедрой специальности.

Декан выпускающего факультета ЗиВФ

И.В. Осипов

Зав. выпускающей кафедрой ПрЭ

С.Г. Михальченко

**Эксперты:**

Председатель метод. совета ФЭТ,  
Доцент каф. физической электроники ТУСУРа

И.А. Чистоедова

Зам. зав. каф. ПрЭ

по учебно-методической работе, профессор

Н.С. Легостаев

### **1. Цели и задачи дисциплины**

**Предметом** дисциплины являются методы анализа, расчета, конструирования и технологии изготовления магнитных элементов электронных устройств (МЭЭУ).

**Цель** преподавания дисциплины – формировании знаний, умений и навыков теоретического исследования свойств, статистических и динамических характеристик и параметров магнитных элементов электронных устройств.

**Задачи** дисциплины: приобретение студентами:

- знаний по устройству, принципу действия и электромагнитным свойствам типовых классов МЭЭУ (трансформаторов, дросселей, нелинейных магнитных элементов, управляемых магнитных ключей, магнитных усилителей);
- умений и навыков использования компьютерных технологий математических и инженерных вычислений для анализа, расчета и оптимизации магнитных элементов, как функциональных элементов электронных устройств.

### **2. Место дисциплины в структуре ООП:**

Курс «Магнитные элементы электронных устройств» (Б1.В.ОД.6.1) относится к блоку 1 (вариативная часть) профессионального цикла обязательных дисциплин.

**Дисциплина является предшествующей** для следующих дисциплин профессионального цикла: «Основы преобразовательной техники», «Энергетическая электроника».

**Перечень дисциплин, усвоение которых студентам необходимо для изучения данной дисциплины:** дисциплины математического, естественнонаучного и профессионального циклов образовательной программы бакалавриата по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника: «Математика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Материалы электронной техники».

### **3. Требования к результатам освоения дисциплины:**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

- способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности (ОПК -7);
- способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования (ПК -1);
- готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования (ПК -5).

В результате изучения дисциплины студент должен:

**знать:**

- функциональное назначение и принципы действия МЭЭУ;
- основные схемы включения МЭЭУ;

**уметь:**

- проектировать трансформатор и дроссель;

**владеть:**

- методами расчета параметров и основных характеристик трансформаторов и дросселей;
- методикой экспериментального исследования параметров и характеристик трансформаторов.

#### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>	<b>14</b>	<b>5, 6</b>
В том числе:		
Лекции (Л)	6	
Лабораторные работы (ЛР)		
Практические занятия (ПЗ)	8	
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС) (всего)</b>	<b>157</b>	
В том числе:		
Расчетно-графические работы	56	
Изучение литературы	101	
<b>Итоговая аттестация – экзамен</b>	<b>9</b>	
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>180</b>	
час		
Зачетные Единицы	<b>5</b>	

#### 5. Содержание дисциплины

##### 5.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№ те-мы	Наименование раздела дисциплины	Объем часов					Формируемые компетенции (ОК, ПК)
		Л	ПЗ	ЛР	СРС	Всего без экз.	
1	Введение.	0,5				0,5	ОПК-7
2	Конструктивное исполнение МЭЭУ	2			16	18	ОПК-7
3	Геометрические параметры МЭЭУ		2		16	18	ОПК-7, ПК-1, 5
4	Электротехнические законы МЭЭУ	0,5			11	11,5	ОПК-7
5	Физические величины МЭЭУ, связанные с параметрами магнитопровода	2	2		10	14	ОПК-7, ПК-1, 5
6	Трансформаторы	1	2		48	51	ОПК-7, ПК-1, 5
7	Дроссели электромагнитные		2		26	28	ПК-1, 5
8	Дроссели насыщения и магнитные усилители				19	19	
9	Умножители частоты				11	11	
<b>ИТОГО:</b>		<b>6</b>	<b>8</b>		<b>157</b>	<b>171</b>	

##### 5.2. Содержание разделов дисциплины (по лекциям)

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела	Трудоемкость (час.)	Формируемые компетенции
1	Введение	Место МЭЭУ в устройствах преобразовательной техники. Что и для чего нужно знать бакалавру о МЭЭУ. Литература.	0,5	
2	Конструктивное исполнение МЭЭУ	Классификация МЭЭУ по конструктивному исполнению. Основные технические показатели ферромагнитных и обмоточных материалов. Конструкции магнитных элементов.	2	ОПК-7
3	Геометрические параметры МЭЭУ	Основные расчетные соотношения для геометрических показателей МЭЭУ.		
4	Электротехнические законы МЭЭУ	Законы, лежащие в основе принципа действия и методик проектирования МЭЭУ	0,5	ОПК-7
5	Физические величины МЭЭУ, связанные	Основные расчетные соотношения для физических величин МЭЭУ.	2	ОПК-7

	с параметрами магнитопровода			
6	Трансформаторы	Функциональное назначение и принцип действия трансформатора. Условные графические обозначения трансформаторов. Электромагнитные соотношения и эквивалентная схема замещения трансформатора. Трансформатор при синусоидальном напряжении высокой частоты, при несинусоидальном напряжении и при импульсном напряжении. Трансформатор в однотактных ключевых устройствах. Цепи восстановления исходного состояния.	1	ОПК-7
7	Дроссели электромагнитные	Назначение дросселя. Условные графические обозначения однофазных и трехфазных дросселей. Индуктивность дросселя. Немagnetный промежуток в магнитопроводе, его влияние на параметры дросселя.		
8	Дроссели насыщения и магнитные усилители	Физические процессы, основные режимы работы, статические характеристики дросселя насыщения и магнитного усилителя.		
9	Умножители частоты	Принцип действия и основные схемы умножителей частоты.		
		<b>Итого:</b>	<b>6</b>	

### 5.3. Разделы дисциплины и междисциплинарные связи с обеспечивающими (предыдущими) и обеспечиваемыми (последующими) дисциплинами

№ п/п	Наименование обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин	№ № разделов данной дисциплины из табл.5.1, для которых необходимо изучение обеспечивающих (предыдущих) и обеспечиваемых (последующих) дисциплин								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>Предшествующие дисциплины</b>										
1.	Математика		+	+	+	+	+	+	+	+
2	Физика		+		+	+	+	+	+	+
3	Теоретические основы электротехники		+		+	+	+	+	+	+
4	Материалы электронной техники		+		+	+	+	+	+	+
<b>Последующие дисциплины</b>										
1	Основы преобразовательной техники	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	Энергетическая электроника	+	+	+	+	+	+	+	+	+

### 5.4. Соответствие компетенций, формируемых при изучении дисциплины, и видов занятий

Компетенции	Л	ПЗ	ЛР	СРС	Формы контроля
ОПК-7	+			+	КР, ДЗ, защита ДЗ, экзамен
ПК-1		+		+	КР, ДЗ, защита ДЗ, экзамен
ПК-5		+		+	КР, ДЗ, защита ДЗ, экзамен

КР – контрольная работа

### 6. Методы и формы организации обучения (ФОО)

Для успешного освоения дисциплины применяются различные образовательные технологии, которые обеспечивают достижение планируемых результатов обучения согласно основной образовательной программе.

### Технологии интерактивного обучения при разных формах занятий в часах

Методы	Формы	Л, час.	ПЗ, час.	ЛР, час.	Всего
ИТ-методы		1			1
Работа в команде			1		1
Итого интерактивных занятий		1	1		2

#### 7. Лабораторный практикум

Не предусмотрен

#### 8. Практические занятия

№ п/п	№ раздела дисциплины	Тематика практических занятий	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК
2	3	Конструктивное исполнение МЭЭУ.	2	ПК-1, 5
3	5	Расчет допустимых электромагнитных нагрузок трансформатора.	2	
4	6	Схема замещения трансформатора	2	
6	7	Дроссели электромагнитные	2	ПК-1, 5
<b>Итого:</b>			<b>18</b>	

#### 9. Самостоятельная работа

№ п/п	№ раздела дисц.	Тематика самостоятельной работы	Трудоемкость (час.)	Компетенции ОК, ПК	Контроль выполнения работы
1	1-7	Расчеты и оформление отчета по КР (включает выполнение ИЗ1, ИЗ2 согласно пособию [5])	40	ОПК-7, ПК-1,5	Отчет по КР
2	2-9	Подготовка к ПЗ	16	ОПК-7, ПК-1, 5	Работа на ПЗ, отчет по КР
3	1-9	Изучение теоретического материала	115		Работа на ПЗ, отчет по КР, экзамен
4		<b>Итого без экзамена:</b>	<b>171</b>		
5	1 - 9	Подготовка и сдача экзамена	9	ОПК-7, ПК-1,5	экзамен
<b>Итого с экзаменом</b>			<b>180</b>		

#### 10. Примерная тематика курсовых проектов (работ) не предусмотрены

#### 11. Балльно-рейтинговая система

##### Шкала рейтинга экзамена

Вид работы	Объем работы	Оценка единицы объема работы в баллах	Макс. количество баллов
Ответ на теоретические вопросы	2	5	10
Задача	1	5	5
Ответы на 5 вопросов при собеседовании	5	1	5
<b>Итого</b>			<b>20</b>

##### Пересчет итоговой суммы баллов в традиционную и международную оценку

Оценка (ГОС)	Итоговая сумма баллов	Оценка (ECTS)
5 (отлично)	19 - 20	A (отлично)
4 (хорошо)	17 – 18	B (очень хорошо)
	16 – 17	C (хорошо)
	14 - 15	D (удовлетворительно)
3 (удовлетворительно)	12 – 13	E (посредственно)
	10 - 11	
2 (неудовлетворительно), (не зачтено)	<b>Ниже 10</b>	F (неудовлетворительно)

## **12. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины:**

### **12.1. Основная литература**

1. **Обрусник В.П.** Магнитные элементы электронных устройств: учеб. пособие / В.П. Обрусник – Томск: ТУСУР, 2012. – 125 с. – Для лекций. – Доступ: [http://ie.tusur.ru/docs/ovp/meeu\\_up.rar](http://ie.tusur.ru/docs/ovp/meeu_up.rar).

2. **Легостаев Н.С.** Магнитные элементы электронных устройств : учебное пособие / Н.С. Легостаев.– Томск: Эль Контент, 2014.– 186 с. – Для лекций. – Доступ: [http://ie.tusur.ru/docs/lms/meeu\\_up.rar](http://ie.tusur.ru/docs/lms/meeu_up.rar).

### **12.2. Дополнительная литература**

3. **Мелешин В.И.** Транзисторная преобразовательная техника : монография / В. И. Мелешин. - М. : Техносфера, 2005. - 627[5] с. : ил. - (Мир электроники ; VII-13) (22 шт.)

### **12.3. Перечень методических указаний по проведению занятий**

4. **Обрусник В.П.** Магнитные элементы электронных устройств: руководство к организации самостоятельной работы студентов специальности 210106 "Промышленная электроника" / В.П. Обрусник – Томск: ТУСУР, 2012. – 61 с. (для практических занятий [стр. 45-58] и самостоятельной работы [стр. 10-44, 59, 60]) Доступ: [http://ie.tusur.ru/docs/ovp/meeu\\_sr.rar](http://ie.tusur.ru/docs/ovp/meeu_sr.rar)

### **12.3. Программное обеспечение**

Система математических вычислений MathCAD, установленная в компьютерных классах каф. ПрЭ и на компьютерах студентов.

### **12.4. Учебно-методические материалы**

#### **для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Учебно-методические материалы для самостоятельной и аудиторной работы обучающихся из числа 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.

## **13. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

### **13.1. Общие требования к материально-техническому обеспечению дисциплины**

#### **13.1.1. Материально-техническое обеспечение для лекционных занятий**

Для проведения занятий лекционного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации используется учебная аудитория, с количеством посадочных мест в соответствии с количеством студентов в потоке, оборудованная доской, мультимедийной техникой и проектором и стандартной учебной мебелью. Имеются наглядные пособия в виде презентаций по лекционным разделам дисциплины.

#### **13.1.2. Материально-техническое обеспечение для практических занятий**

Для проведения занятий семинарского типа используется учебная аудитория с количеством посадочных мест в зависимости от количества групп в потоке, оборудованная доской и стандартной учебной мебелью.

#### **13.1.3. Материально-техническое обеспечение для лабораторных работ**

Для проведения лабораторных занятий используется специализированная лаборатория каф. ПрЭ, расположенная по адресу 634034, Томская область, г. Томск, Вершинина улица, д. 74, 3-й этаж, ауд. 302, б. Лаборатория оснащена 3-мя одинаковыми лабораторными стендами, предназначенными для проведения физических экспериментов. Лабораторные работы выполняются малой группой студентов, рекомендуемое число студентов – 2 или 3 человека. Расписание должно быть предусмотрено деление учебной группы на 2 подгруппы.

### **13.2. Материально-техническое обеспечение дисциплины для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Освоение дисциплины лицами с ОВЗ осуществляется с использованием средств обучения общего и специального назначения.

При обучении студентов **с нарушениями слуха** предусмотрено использование звукоусиливающей аппаратуры, мультимедийных средств и других технических средств приема/передачи учебной информации в доступных формах для студентов с нарушениями слуха, мобильной системы обучения для студентов с инвалидностью, портативной индукционной системы. Учебная аудитория, в которой обучаются студенты с нарушением слуха, оборудована компьютерной техникой, аудиотехникой, видеотехникой, электронной доской, мультимедийной системой.

При обучении студентов **с нарушениями зрениями** предусмотрено использование в лекционных и учебных аудиториях возможности просмотра удаленных объектов (например, текста на доске или слайда на экране) при помощи видеоувеличителей для удаленного просмотра.

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

## **14. Фонд оценочных средств**

### **14.1. Основные требования к фонду оценочных средств и методические рекомендации**

Фонд оценочных средств и типовые контрольные задания, используемые для оценки сформированности и освоения закрепленных за дисциплиной компетенций при проведении текущей, промежуточной аттестации по дисциплине приведен в приложении к рабочей программе.

### **14.2 Требования к фонду оценочных средств для лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Для студентов с инвалидностью предусмотрены дополнительные оценочные средства, перечень которых указан в таблице.

**Таблица 14 – Дополнительные средства оценивания для студентов с инвалидностью**

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



### 14.3 Методические рекомендации по оценочным средствам для лиц с ограниченными возможностями здоровья

Для студентов с ОВЗ 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.

Студентам с инвалидностью увеличивается время на подготовку ответов на контрольные вопросы. Для таких студентов 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 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 обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

### 14.3. Содержание фонда оценочных средств

ФОС представляет собой совокупность контрольно-измерительных материалов (КИМ) (типовые задачи (задания), контрольные работы, тесты и др.) и методов их использования, предназначенных для измерения уровня достижения студентом установленных результатов обучения. Типовые контрольные работы (КР) и индивидуальные задания (ИЗ) приведены в методических указаниях по дисциплине. ФОС по дисциплине используется при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций согласно рабочей программе дисциплины приведен в таблице 1. Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций на всех этапах приведены в табл. 2.

**Таблица 1 – Перечень закрепленных за дисциплиной компетенций**

Код	Формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции
ОПК-7	способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	<b>Должен знать:</b> – современные тенденции развития МЭЭУ, измерительной и вычислительной техники, информационных

<b>ПК -1</b>	способность строить простейшие физические и математические модели приборов, схем, устройств и установок электроники и нанoeлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования	технологий в своей профессиональной деятельности; – простейшие математические модели МЭЭУ и способы построения моделей электронных устройств;
<b>ПК -5</b>	готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования	– основные расчетные соотношения для геометрических показателей и электромагнитных величин МЭЭУ; <b>должен уметь:</b> – выбирать материалы для проектирования МЭЭУ, пользоваться измерительной и вычислительной техникой, информационными технологиями в своей профессиональной деятельности; – строить простейшие математические модели устройств с МЭЭУ; – рассчитывать основные параметры и характеристики трансформаторов и дросселей с использованием системы автоматизации математических вычислений MathCad; <b>должен владеть:</b> – вычислительной и измерительной техникой для проектирования и экспериментального исследования МЭЭУ; – методами расчета электрических цепей в системе MathCad; – методами проектирования МЭЭУ в соответствии с техническим заданием с использованием системы автоматизации математических вычислений MathCad; методикой экспериментального исследования параметров и характеристик трансформаторов.

Таблица 2 – Общие характеристики показателей и критериев оценивания компетенций по этапам

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	Обладает фактическим и теоретическим знанием в пределах изучаемой области с пониманием границ применимости	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для развития творческих решений, абстрагирования проблем	Контролирует работу, проводит оценку, совершенствует действия работы
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	Знает факты, принципы, процессы, общие понятия в пределах изучаемой области	Обладает диапазоном практических умений, требуемых для решения определенных проблем в области исследования	Берет ответственность за завершение задач в исследовании, приспособливает свое поведение к обстоятельствам в решении проблем
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	Обладает базовыми общими знаниями	Обладает основными умениями, требуемыми для выполнения простых задач	Работает при прямом наблюдении

### Реализация компетенций

- **Компетенция ОПК-7**  
**ОПК-7: способность учитывать современные тенденции развития электроники, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого вида занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 3. Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 4.

Таблица 3 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	современные тенденции развития МЭЭУ, измерительной и вычислительной техники, информационных технологий в своей профессиональной деятельности	выбирать материалы для проектирования МЭЭУ, пользоваться измерительной и вычислительной техникой, информационными технологиями в своей профессиональной деятельности	вычислительной и измерительной техникой для проектирования и экспериментального исследования МЭЭУ
Виды занятий	Лекции, ЛР	Лекции, ЛР	Лекции, ЛР
Используемые средства оценивания	Защита ИЗ; КР, ЛР	Защита ИЗ; КР, ЛР	Защита ИЗ; КР, ЛР

Таблица 4 – Показатели и критерии оценивания компетенции ОПК-7 на этапах

Показатели и критерии	Знать	Уметь	Владеть
Отлично (высокий уровень)	Дает теоретическое обоснование современных тенденций развития МЭЭУ, обосновывает необходимость применения измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при исследовании и проектировании МЭЭУ	выбирает материалы для проектирования МЭЭУ, пользуется измерительной и вычислительной техникой, информационными технологиями при решении типовых учебных задач, может научить другого	Самостоятельно использует вычислительной и измерительной техникой для проектирования и экспериментального исследования МЭЭУ; принимает решение о правильности расчетов и результатов эксперимента
Хорошо (базовый уровень)	Поясняет суть современных тенденций развития МЭЭУ, цель применения измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при исследовании и проектировании МЭЭУ	выбирает материалы для проектирования МЭЭУ, пользуется измерительной и вычислительной техникой, информационными технологиями при решении типовых учебных задач	Самостоятельно использует вычислительную и измерительную технику для проектирования и экспериментального исследования МЭЭУ
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление о современных тенденциях развития МЭЭУ, применении измерительной и вычислительной техники, информационных технологий при исследовании и проектировании МЭЭУ	При непосредственном наблюдении выбирает материалы для проектирования МЭЭУ, пользуется измерительной и вычислительной техникой, информационными технологиями при решении типовых учебных задач	При прямом наблюдении пользуется вычислительной и измерительной техникой для проектирования и экспериментального исследования МЭЭУ

- **Компетенция ПК-1**

**ПК-1: способность строить простейшие физические и математические модели (ММ) приборов, схем, устройств и установок электроники и наноэлектроники различного функционального назначения, а также использовать стандартные программные средства их компьютерного моделирования.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в таблице 5. Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в таблице 6.

Таблица 5 – Этапы формирования компетенции и используемые средства оценивания

Состав	Знать	Уметь	Владеть
Содержание этапов	простейшие математические модели МЭЭУ и способы построения моделей электронных устройств	строить простейшие математические модели устройств с МЭЭУ	методами расчета электрических цепей в системе MathCad
Виды занятий	ПЗ, СРС	ПЗ, СРС	ПЗ, СРС

<b>Используемые средства оценивания</b>	КР, Защита ИЗ	КР, Защита ИЗ	КР, Защита ИЗ
---	---------------	---------------	---------------

Таблица 6 – Показатели и критерии оценивания компетенции ПК-1 на этапах

<b>Показатели и критерии</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	имеет знания базового уровня; выводит расчетные соотношения для геометрических и физических величин МЭЭУ	записывает модель электрической цепи; объясняет правила построения модели	Строит и решает матричную модель электрической цепи в системе MathCad; принимает решение о правильности расчетов, может научить другого
<b>Хорошо (базовый уровень)</b>	имеет знания порогового уровня; записывает основные расчетные соотношения для геометрических и физических величин МЭЭУ	записывает модель электрической цепи	Строит и решает матричную модель электрической цепи в системе MathCad
<b>Удовлетворительно (пороговый уровень)</b>	Записывает ММ базовых пассивных элементов электрических цепей, МЭЭУ, формулирует и записывает законы Ома, Кирхгофа, электромагнитной индукции	При непосредственном наблюдении записывает модель электрической цепи	При непосредственном наблюдении строит и решает матричную модель электрической цепи в системе MathCad

- **Компетенция ПК-5**

**ПК-5: готовность выполнять расчет и проектирование электронных приборов, схем и устройств различного функционального назначения в соответствии с техническим заданием с использованием средств автоматизации проектирования.**

Для формирования компетенции необходимо осуществить ряд этапов. Этапы формирования компетенции, применяемые для этого виды занятий, и используемые средства оценивания представлены в табл. 7. Формулировка показателей и критериев оценивания данной компетенции приведена в табл. 8.

Таблица 7 – Этапы формирования компетенции ПК-5 и используемые средства оценивания

<b>• Состав</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>Содержание этапов</b>	основные расчетные соотношения для геометрических показателей и электромагнитных величин МЭЭУ	рассчитывать основные параметры и характеристики трансформаторов и дросселей с использованием системы автоматизации математических вычислений MathCad	методами проектирования МЭЭУ в соответствии с техническим заданием с использованием системы автоматизации математических вычислений MathCad; методикой экспериментального исследования параметров и характеристик трансформаторов.
<b>Виды занятий</b>	ПЗ, СРС	ПЗ, СРС	ПЗ, СРС
<b>Используемые средства оценивания</b>	КР, Защита ИЗ	КР, Защита ИЗ	КР, Защита ИЗ

Таблица 8 – Показатели и критерии оценивания компетенции ПК-5 на этапах

<b>Показатели и критерии</b>	<b>Знать</b>	<b>Уметь</b>	<b>Владеть</b>
<b>Отлично (высокий уровень)</b>	Записывает и поясняет основные расчетные соотношения для геометрических показателей и электромагнитных величин МЭЭУ, знает их применение в инженерной практике	Самостоятельно рассчитывает основные параметры и характеристики трансформаторов и дросселей с использованием системы автоматизации математических вычислений MathCad; анализирует полученные результаты, принимает решение о пра-	Самостоятельно проектирует МЭЭУ в соответствии с техническим заданием с использованием системы автоматизации математических вычисле-

		вильности расчетов	ний MathCad, выполняет экспериментальное исследование параметров и характеристик трансформаторов; анализирует полученные результаты, принимает решение о правильности расчетов и экспериментальных данных
Хорошо (базовый уровень)	записывает основные расчетные соотношения для геометрических показателей и электромагнитных величин МЭЭУ	Самостоятельно рассчитывает основные параметры и характеристики трансформаторов и дросселей с использованием системы автоматизации математических вычислений MathCad	Самостоятельно проектирует МЭЭУ в соответствии с техническим заданием с использованием системы автоматизации математических вычислений MathCad, выполняет экспериментальное исследование параметров и характеристик трансформаторов
Удовлетворительно (пороговый уровень)	Имеет представление об основных расчетных соотношениях для геометрических показателей и электромагнитных величин МЭЭУ	При непосредственном наблюдении рассчитывает основные параметры и характеристики трансформаторов и дросселей с использованием системы автоматизации математических вычислений MathCad	При непосредственном наблюдении проектирует МЭЭУ в соответствии с техническим заданием с использованием системы автоматизации математических вычислений MathCad, выполняет экспериментальное исследование параметров и характеристик трансформаторов

### Типовые контрольные задания

Для реализации вышеперечисленных задач обучения используются следующие материалы:

#### Контрольные работы

Расчетно-графические работы на тему:

1. Расчет допустимых электромагнитных нагрузок трансформатора.
2. Расчет параметров схемы замещения трансформатора.

#### Выполнение индивидуальных домашних заданий

1. Проектирование трансформатора.
2. Расчет параметров дросселя.

#### Темы лабораторных работ

Лабораторные работы не предусмотрены

#### Темы практических занятий

Согласно п. 8.

#### Темы для самостоятельной работы

Углубленное изучение лекционного материала по учебному пособию, выполнение КР.

#### Контрольные вопросы

1. Приведите классификацию и условные графические обозначения МЭЭУ.
2. Поясните конструктивное исполнение МЭЭУ, приведите эскизы.
3. Запишите и поясните основные расчетные соотношения для геометрических показателей МЭЭУ.
4. Перечислите технические показатели и требования, предъявляемые к магнитным материалам МЭЭУ.
5. Перечислите технические показатели и требования, предъявляемые к обмоточным материалам МЭЭУ.

6. Запишите и поясните формулы для мощности потерь в магнитопроводе и в обмотках МЭЭУ.
7. Запишите и поясните формулу для габаритной мощности МЭЭУ.
8. Поясните принцип действия трансформатора.
9. Нарисуйте и поясните эквивалентную схему замещения N-обмоточного трансформатора.
10. Запишите и поясните формулу для коэффициента трансформации трансформатора.
11. Запишите и поясните систему уравнений однофазного двухобмоточного трансформатора.
12. Работа трансформатора при синусоидальном напряжении высокой частоты
13. Работа трансформатора при несинусоидальном напряжении
14. Работа трансформатора при импульсном напряжении.
15. Трансформаторы в однотактных ключевых устройствах.
16. Поясните назначение и вид цепей восстановления исходного состояния трансформатора.
17. Дроссели электромагнитные – назначение и классификация.
18. Конструктивное исполнение и условные графические обозначения дросселей электромагнитных.
19. Дроссели насыщения – назначение и классификация.
20. Условные графические обозначения, схемы включения и эксплуатационные характеристики дросселей насыщения.
21. Неревверсивные магнитные усилители без обратной связи – схемы включения и статические характеристики.
22. Ревверсивные магнитные усилители без обратной связи – схемы включения и статические характеристики.
23. Магнитные усилители с внешней обратной связью – схемы включения и статические характеристики.
24. Магнитные усилители с внутренней обратной связью – схемы включения и статические характеристики.
25. Преобразователи частоты – принцип действия и схемы включения.