

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электромеханика, электрические и электронные аппараты

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ОСНОВЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ СИЛОВЫХ ТРАНСФОРМАТОРОВ
ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08.03
Трудоемкость в зачетных единицах:	6 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	6 семестр - 28 часа;
Практические занятия	6 семестр - 14 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	6 семестр - 65,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	6 семестр - 0,3 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Коробков С.А.
	Идентификатор	R8c9cf13d-KorobkovSA-9c1e19ad

С.А. Коробков

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Ширинский С.В.
	Идентификатор	Rac9f4bfa-ShirinskiiSV-a85b725f

С.В. Ширинский

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Киселев М.Г.
	Идентификатор	R572ca413-KiselevMG-f37ee096

М.Г. Киселев

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: является изучение методики выполнения технических расчетов для последующего их использования при проектировании силовых трансформаторов

Задачи дисциплины

- изучение процесса проектирования, его этапов, терминологии и нормативной базой;
- ознакомление с творческими и расчетными задачами при проектировании;
- освоение алгоритмов оптимизации конструктивных элементов;
- овладение навыками принятия и обоснования конкретных технических решений при проектировании силовых трансформаторов.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-4 Способен принимать участие в проектировании, анализировать конкурентоспособные варианты технических решений и обосновывать выбор целесообразных проектных решений в соответствии с требованиями технического задания в области электрических машин и аппаратов	ИД-1 _{ПК-4} Демонстрирует знание основных правил компоновки силовых трансформаторов	знать: - применяемые конструкции трансформаторов, типы обмоток и методики их проектирования.
ПК-4 Способен принимать участие в проектировании, анализировать конкурентоспособные варианты технических решений и обосновывать выбор целесообразных проектных решений в соответствии с требованиями технического задания в области электрических машин и аппаратов	ИД-5 _{ПК-4} Применяет приближенные методы расчета и выбора основных элементов электрических машин и аппаратов	уметь: - самостоятельно и обоснованно применять методики расчетов при проектировании трансформаторов.
ПК-5 Способен осуществлять поиск научно-технической информации и участвовать в составлении типовой сопроводительной документации	ИД-1 _{ПК-5} Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, сопоставляет конкурентно-способные варианты технических решений	уметь: - выбирать аналоги, конструктивные исполнения и активные материалы для проектируемого трансформатора.
ПК-5 Способен	ИД-2 _{ПК-5} Формирует	уметь:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
осуществлять поиск научно-технической информации и участвовать в составлении типовой сопроводительной документации	элементы технической документации	- готовить итоговую графическую и текстовую информацию по выполненному проекту.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Электромеханика, электрические и электронные аппараты (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: "Электрические машины", "Теоретические основы электротехники", "Основы конструирования машин".

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания
				Контактная работа							СР			
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль	
КПР	ГК	ИККП	ТК											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Задачи проектирования и современные требования к силовым трансформаторам распределительных сетей.	7	6	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Задачи проектирования и современные требования к силовым трансформаторам распределительных сетей." <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Задачи проектирования и современные требования к силовым трансформаторам распределительных сетей." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Задачи проектирования и современные требования к силовым трансформаторам распределительных сетей." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 6-12 [2], 11-28</p>
1.1	Задачи проектирования и современные требования к силовым трансформаторам распределительных сетей.	7		2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	
2	Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора	9		2	-	1	-	-	-	-	-	-	6	

2.1	Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора	9		2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора и подготовка к контрольной работе</p> <p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора" подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [6], 240-253 [7], 1-50</p>
3	Изоляция в трансформаторах.	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Изоляция в трансформаторах."</p>
3.1	Изоляция в трансформаторах.	8		2	-	1	-	-	-	-	-	5	-	<p><u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Изоляция в трансформаторах." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях</p> <p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Изоляция в трансформаторах."</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 165-178 [4], 161-170</p>
4	Алгоритмы расчета основных конструктивных форм	11		4	-	2	-	-	-	-	-	5	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Алгоритмы расчета основных"</p>

													на практических занятиях <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 328-347
7	Расчет параметров холостого хода.	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Расчет параметров холостого хода." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Расчет параметров холостого хода." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расчет параметров холостого хода." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 353-398
7.1	Расчет параметров холостого хода.	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
8	Проектирование системы охлаждения	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Проектирование системы охлаждения" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Проектирование системы охлаждения" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 406-420 [8], 50-208
8.1	Проектирование системы охлаждения	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
9	Конструктивная проработка трансформатора	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Конструктивная проработка трансформатора"
9.1	Конструктивная проработка трансформатора	9	2	-	1	-	-	-	-	-	6	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Конструктивная проработка трансформатора и подготовка к контрольной работе <u>Изучение материалов литературных источников:</u>

												<u>источников:</u> [5], 1-20	
10	Этапы жизненного цикла силового трансформатора	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Этапы жизненного цикла силового трансформатора" <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Этапы жизненного цикла силового трансформатора" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 161-170
10.1	Этапы жизненного цикла силового трансформатора	8	2	-	-	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные положения обобщенного метода расчета силовых трансформаторов." <u>Подготовка к практическим занятиям:</u> Изучение материала по разделу "Основные положения обобщенного метода расчета силовых трансформаторов." подготовка к выполнению заданий на практических занятиях <u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные положения обобщенного метода расчета силовых трансформаторов." <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 117-138
11	Основные положения обобщенного метода расчета силовых трансформаторов.	7.7	2	-	1	-	-	-	-	-	4.7	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Стандартизация и нормализация в трансформаторостроении." <u>Подготовка расчетно-графического задания:</u> В рамках расчетно-графического задания выполняется чертеж конструкции.
11.1	Основные положения обобщенного метода расчета силовых трансформаторов.	7.7	2	-	1	-	-	-	-	-	4.7	-	
12	Стандартизация и нормализация в трансформаторостроении.	7	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	
12.1	Стандартизация и нормализация в трансформаторостроении.	7	2	-	-	-	-	-	-	-	5	-	

	нии.												Для выполнения чертежей выполняются предварительные расчеты основных показателей, которые указываются на чертеже. Задание выполняется индивидуально по вариантам. В качестве тем задания применяются следующие: <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Стандартизация и нормализация в трансформаторостроении." <u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу Стандартизация и нормализация в трансформаторостроении. и подготовка к контрольной работе <u>Подготовка к аудиторным занятиям:</u> Проработка лекции, выполнение и подготовка к защите лаб. работы <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 40-46
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	65.7	-	
	Итого за семестр	108.0	28	-	14	-	-	-	-	0.3	65.7	-	

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Задачи проектирования и современные требования к силовым трансформаторам распределительных сетей.

1.1. Задачи проектирования и современные требования к силовым трансформаторам распределительных сетей.

Развитие трансформаторостроения. Стандартизация в трансформаторостроении. Классификация и система обозначений. Требования к параметрам. Серии трансформаторов. Подходы к проектированию единичного трансформатора и серии. Методы расчета трансформаторов. Этапы проектирования и принятие решений по ограничению множества рассматриваемых вариантов на этапах проектирования. Особенности расчетных задач при анализе и синтезе, их классификация..

2. Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора

2.1. Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора

Выбор и оценка исходных данных. Материалы применяемые в трансформаторостроении. Выбор активных материалов. Магнитная система современного трансформатора. Влияние электротехнической стали и конструкции магнитной системы на характеристики. Влияние проводникового материала на характеристики и массогабаритные показатели трансформатора..

3. Изоляция в трансформаторах.

3.1. Изоляция в трансформаторах.

Требования к изоляции трансформатора. Главная и продольная изоляция. Испытательное напряжение. Изоляционные конструкции, выбор изоляционных расстояний. Защита изоляции от перенапряжений. Электростатические экраны, емкостные кольца, экранирующие витки, переплетенные обмотки..

4. Алгоритмы расчета основных конструктивных форм обмоток

4.1. Алгоритмы расчета основных конструктивных форм обмоток

Выбор конструктивных форм обмоток. Критерии выбора обмоток с учетом технических параметров трансформатора и заданных требований. Конструктивная раскладка витков в обмотках различного типа. Критерии выбора размеров и количества элементарных проводников в обмотках. Алгоритм расчета слоевых, винтовых и катушечных обмоток. Предварительная оценка соответствия спроектированной обмотки исходным данным..

5. Расчет параметров короткого замыкания.

5.1. Расчет параметров короткого замыкания.

Потери в обмотках и металлоконструкциях. Расчет основных и добавочных потерь. Коэффициент добавочных потерь. Требования по соответствию уровня потерь короткого замыкания. Способы корректировки численного значения потерь в ходе проектирования. Электромагнитные поля рассеяния в силовых трансформаторах. Влияние индуктивности рассеяния на характеристики, надежность и работоспособность трансформатора. Пути корректировки напряжения короткого замыкания при проектировании..

6. Определение механических сил и электродинамической устойчивости обмоток

6.1. Определение механических сил и электродинамической устойчивости обмоток

Ударный ток короткого замыкания. Силы, действующие на обмотки в режиме короткого замыкания. Меры по обеспечению электродинамической стойкости обмоток. Оценка термической стойкости обмоток при коротком замыкании..

7. Расчет параметров холостого хода.

7.1. Расчет параметров холостого хода.

Влияние технологии изготовления магнитопровода на параметры холостого хода. Определение массы частей магнитной системы. Расчет намагничивающей мощности. Расчет потерь и тока холостого хода..

8. Проектирование системы охлаждения

8.1. Проектирование системы охлаждения

Классификация систем охлаждения трансформаторов. Баланс мощностей. Уравнения теплопроводности. Задачи теплового расчета. Расчет тепловых сопротивлений. Метод эквивалентных потерь. Удельные тепловые нагрузки. Тепловые схемы замещения типовых конструктивных схем электрических машин. Приближенные расчеты охлаждения систем охлаждения. Тепловые поля в силовых трансформаторах, тепловой расчет обмотки. Тепловая схема замещения трансформатора. Выбор и расчет системы охлаждения. Расчет площади конвекции и излучения бака. Проверочный расчет превышений температуры обмоток и масла..

9. Конструктивная проработка трансформатора

9.1. Конструктивная проработка трансформатора

Конструктивные исполнения бака трансформаторов. Основные требования по контролю и защите трансформаторов. Применение устройств контроля и защиты силовых трансформаторов. Направления совершенствования устройств контроля и защиты. Расширители, вводы, арматура, устройства перемещения. Термосифонный фильтр..

10. Этапы жизненного цикла силового трансформатора

10.1. Этапы жизненного цикла силового трансформатора

Сборка магнитопровода, обмоток, изоляционных деталей, испытание трансформаторов, разработка (с посещением трансформаторного производства).

11. Основные положения обобщенного метода расчета силовых трансформаторов.

11.1. Основные положения обобщенного метода расчета силовых трансформаторов.

Основные допущения метода. Поиск псевдооптимального варианта силового трансформатора. Особенности проектирования серии трансформаторов. Применение обобщенного метода при проектировании серии трансформаторов..

12. Стандартизация и нормализация в трансформаторостроении.

12.1. Стандартизация и нормализация в трансформаторостроении.

Основополагающие стандарты. Конструктивные формы и исполнения трансформаторов. Климатические исполнения и категории размещения электротехнических устройств. Материалы, применяемые в электромашиностроении. Требования к магнитным,

проводниковым, изоляционным и конструкционным материалам. Системы мониторинга и диагностики трансформаторов энергосистем. Контролируемые параметры и методы диагностического мониторинга..

3.3. Темы практических занятий

1. Режим короткого замыкания. Расчет тока аварийного короткого замыкания. Расчет механических напряжений при коротком замыкании.;
2. Обмотки трансформаторов. Расчет слоевых, винтовых и катушечных обмоток. Оценка соответствия спроектированной обмотки исходным данным. Особенности охлаждения обмоток разного типа.;
3. Параметры трансформатора. Связь параметров трансформатора с эксплуатационными показателями и энергоэффективностью. Электромагнитные нагрузки трансформатора. Влияние электромагнитных нагрузок на нагрев трансформатора. Выбор оптимальных электромагнитных нагрузок.;
4. Предварительное проектирование трансформатора.;
5. Подход к проектированию магнитной системы. Расчет намагничивающей мощности и потерь в магнитной системе.;
6. Расчет элементов системы охлаждения.;
7. Защита и мониторинг силового трансформатора. Контролируемые параметры и состав систем мониторинга..

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ Курсовой проект/ работа не предусмотрены

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)												Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Знать:														
применяемые конструкции трансформаторов, типы обмоток и методики их проектирования	ИД-1пк-4	+	+			+		+	+					Контрольная работа/Контрольная работа «Проектирование обмоток силового трансформатора» Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет и корректировка параметров короткого замыкания и холостого хода» Тестирование/Тест «Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора» Тестирование/Тест «Этапы жизненного цикла и конструкция силового трансформатора»
Уметь:														
самостоятельно и обоснованно применять методики расчетов при проектировании трансформаторов	ИД-5пк-4				+	+	+	+					+	Контрольная работа/Контрольная работа «Расчет и корректировка параметров короткого замыкания и холостого хода»
выбирать аналоги, конструктивные исполнения и активные материалы для проектируемого трансформатора	ИД-1пк-5			+								+	+	Контрольная работа/Контрольная работа «Проектирование обмоток силового трансформатора» Тестирование/Тест «Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора» Тестирование/Тест «Этапы

															жизненного цикла и конструкция силового трансформатора»
готовить итоговую графическую и текстовую информацию по выполненному проекту	ИД-2ПК-5													+	Контрольная работа/Контрольная работа «Проектирование обмоток силового трансформатора» Тестирование/Тест «Этапы жизненного цикла и конструкция силового трансформатора»

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

6 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Проектирование обмоток силового трансформатора» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Расчет и корректировка параметров короткого замыкания и холостого хода» (Контрольная работа)
3. Тест «Этапы жизненного цикла и конструкция силового трансформатора» (Тестирование)

Форма реализации: Проверка задания

1. Тест «Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора» (Тестирование)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №6)

В диплом выставляется оценка за 6 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Тихомиров, П. М. Расчет трансформаторов : учебное пособие для электротехнических и электромеханических специальностей вузов / П. М. Тихомиров . – 5-е изд., перераб. и доп., репринтное . – М. : Альянс, 2013 . – 528 с. - ISBN 978-5-903034-60-4 .;
2. Беспалов, В. Я. Электрические машины : учебное пособие для вузов по направлению 140600 "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" / В. Я. Беспалов, Н. Ф. Котеленец . – 2-е изд., испр . – М. : АКАДЕМИЯ, 2008 . – 320 с. – (Высшее профессиональное образование) . - ISBN 978-5-7695-5395-0 .;
3. Антонов, М. В. Технология производства электрических машин : Учебник для вузов по специальности "Электромеханика" / М. В. Антонов . – 2-е изд., доп. и перераб . – М. : Энергоатомиздат, 1993 . – 592 с. - ISBN 5-283-00608-5 : 3900.00 .;
4. Петров, Г. Н. Электрические машины: в 3-х ч. Ч. 1. Введение. Трансформаторы : учебник для электротехнических и энергетических вузов и факультетов / Г. Н. Петров . – 2-е изд., перераб . – Москва-Ленинград : Госэнергоиздат, 1956 . – 224 с. - Кн. подготовлена к 50-летнему юбилею МЭИ им. В. М. Молотова .;
5. Копылов, И. П. Проектирование электрических машин : учебник для студентов вузов, обучающихся по инженерно-техническим направлениям / И. П. Копылов . – 4-е изд., перераб. и доп . – Москва : Юрайт, 2023 . – 828 с. – (Высшее образование) . - ISBN 978-5-534-11700-4 .;

6. Вольдек, А. И. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для вузов по направлению "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" / А. И. Вольдек, В. В. Попов . – СПб. : Питер, 2007 . – 320 с. – (Учебник для вузов) . - ISBN 5-469-01380-4 .;
7. А. В. Сапожников- "Конструирование трансформаторов", (2-е изд., перераб.), Издательство: "Государственное энергетическое издательство", Москва, Ленинград, 1959 - (361 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220872>;
8. Киш, Л. Нагрев и охлаждение трансформаторов : пер. с венг. / Л. Киш . – М. : Энергия, 1980 . – 208 с. – (Трансформаторы ; Вып.36) ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Е-207, Лекционная аудитория	стол, стул, шкаф, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Е-207, Лекционная аудитория	стол, стул, шкаф, лабораторный стенд
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Е-205, Компьютерный класс	рабочее место сотрудника, стол, стул, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Е-207, Лекционная аудитория	стол, стул, шкаф, лабораторный стенд
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Е-207, Лекционная аудитория	стол, стул, шкаф, лабораторный стенд
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	ЭЭА-2б, Архив	стол, стул, документы

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы проектирования силовых трансформаторов электроэнергетики

(название дисциплины)

6 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора» (Тестирование)
- КМ-2 Контрольная работа «Проектирование обмоток силового трансформатора» (Контрольная работа)
- КМ-3 Контрольная работа «Расчет и корректировка параметров короткого замыкания и холостого хода» (Контрольная работа)
- КМ-4 Тест «Этапы жизненного цикла и конструкция силового трансформатора» (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Задачи проектирования и современные требования к силовым трансформаторам распределительных сетей.					
1.1	Задачи проектирования и современные требования к силовым трансформаторам распределительных сетей.		+	+	+	+
2	Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора					
2.1	Конструктивная схема и основные размеры силового трансформатора		+	+	+	+
3	Изоляция в трансформаторах.					
3.1	Изоляция в трансформаторах.		+	+		+
4	Алгоритмы расчета основных конструктивных форм обмоток					
4.1	Алгоритмы расчета основных конструктивных форм обмоток				+	
5	Расчет параметров короткого замыкания.					
5.1	Расчет параметров короткого замыкания.		+	+	+	+
6	Определение механических сил и электродинамической устойчивости обмоток					
6.1	Определение механических сил и электродинамической устойчивости обмоток				+	
7	Расчет параметров холостого хода.					

7.1	Расчет параметров холостого хода.	+	+	+	+
8	Проектирование системы охлаждения				
8.1	Проектирование системы охлаждения	+	+	+	+
9	Конструктивная проработка трансформатора				
9.1	Конструктивная проработка трансформатора	+	+		+
10	Этапы жизненного цикла силового трансформатора				
10.1	Этапы жизненного цикла силового трансформатора	+	+	+	+
11	Основные положения обобщенного метода расчета силовых трансформаторов.				
11.1	Основные положения обобщенного метода расчета силовых трансформаторов.			+	
12	Стандартизация и нормализация в трансформаторостроении.				
12.1	Стандартизация и нормализация в трансформаторостроении.		+		+
Вес КМ, %:		10	25	25	40