

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
**федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования**  
**«КУЗБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ**  
**ИМЕНИ Т.Ф. ГОРБАЧЕВА»**

**филиал КузГТУ в г. Прокопьевске**

УТВЕРЖДАЮ  
Директор филиала

Е.Ю. Пудов

« 24 » 05 2024 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля)**

**Электрические трансформаторы**

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) 01 Электроснабжение

Присваиваемая квалификация  
«бакалавр»

Формы обучения  
очная, заочная

Прокопьевск 2024г.

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры технологии и комплексной механизации горных работ

Протокол № 9 от «25» 04 2024 г.

Заведующий кафедрой  
Технологии и комплексной механизации  
горных работ



В.Н. Шахманов

Согласовано учебно-методической комиссией  
Протокол № 10 от «24» 05 2024 г.



Председатель учебно-методической комиссией

Е.С. Голикова

## 1 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине "Электрические трансформаторы", соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Освоение дисциплины направлено на формирование:  
профессиональных компетенций:

ПК-1 - Способен к техническому ведению проектов работ в зоне обслуживания кабельных линий электропередачи

ПК-3 - Способен к техническому ведению проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи

**Результаты обучения по дисциплине определяются индикаторами достижения компетенций**

**Индикатор(ы) достижения:**

Осуществляет техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий  
- электропередачи

**Результаты обучения по дисциплине:**

Знать Состав и порядок подготовки производственно-технической и проектной документации для  
- проведения обслуживания и ремонта кабельных линий электропередач

Знать Регламенты технического обслуживания и ремонта воздушных линий электропередачи

Уметь Вести техническую и отчетную документацию

Уметь Готовить предложения по текущему и перспективному планированию работ по

- техническому обслуживанию воздушных линий электропередач

Владеть Методами оценки качества работ по обслуживанию и ремонту кабельных линий

- электропередач

Владеть Приемами контроля соответствия передаваемых в монтаж элементов воздушных линий

- требованиям стандартов, технических условий, проектной документации

## 2 Место дисциплины "Электрические трансформаторы" в структуре ОПОП бакалавриата

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: Математика, Теоретические основы электротехники, Электробезопасность, Электротехническое и конструкционное материаловедение.

Для освоения дисциплины необходимы знания умения, навыки и (или) опыт профессиональной деятельности, полученные в рамках изучения следующих дисциплин: Физика, Химия.  
Дисциплина входит в Блок 1 «Дисциплины (модули)» ОПОП. Цель дисциплины - получение обучающимися знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, необходимых для формирования компетенций, указанных в пункте 1.

## 3 Объем дисциплины "Электрические трансформаторы" в зачетных единицах с указанием количества академических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость дисциплины "Электрические трансформаторы" составляет 5 зачетных единиц, 180 часов.

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
<b>Курс 3/Семестр 5</b>			
Всего часов	180	180	
<b>Контактная работа обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий):</b>			
	Аудиторная работа		
Лекции	32	6	



1710036192

Форма обучения	Количество часов		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Лабораторные занятия	32	6	
Практические занятия			
Внеаудиторная работа			
Индивидуальная работа с преподавателем:			
Курсовая работа	2	1	
Консультация и иные виды учебной деятельности			
<b>Самостоятельная работа</b>	114	163	
<b>Форма промежуточной аттестации</b>	зачет	зачет /4	

#### 4 Содержание дисциплины "Электрические трансформаторы", структурированное по разделам (темам)

##### 4.1. Лекционные занятия

Раздел дисциплины, темы лекций и их содержание	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Введение. Значение трансформаторов для электроэнергетики. Краткая история развития трансформаторов и задачи трансформаторостроения на современном этапе.	2		
Раздел 1. Режимы работы и процессы, происходящие в трансформаторах. Тема 1.1. Области применения и конструкции трансформаторов. Принцип действия и номинальные характеристики трансформаторов.	6	2	
Тема 1.2. Холостой ход трансформаторов и электромагнитные процессы в трансформаторе при холостом ходе. Режим короткого замыкания.	4		
Тема 1.3. Нагрузочные режимы трансформатора. Электрические схемы замещения трансформаторов. Приведение электрических величин вторичных обмоток к первичной обмотке.	4		
Тема 1.4. Эксплуатационные характеристики трансформаторов при нагрузке. Определение параметров и потерь из опытов холостого хода и короткого замыкания. Зависимость напряжения и КПД от нагрузки. Регулирование напряжения в трансформаторах.	4	2	
Тема 1.5. Параллельная работа трансформаторов. Условия включения на параллельную работу. Уравнительные токи. Распределение нагрузки между трансформаторами.	4	2	
Раздел 2. Специальные трансформаторы. Тема 2.1. Автотрансформаторы. Конструктивные особенности и схемы автотрансформаторов. Преимущества и недостатки, области применения.	4		
Раздел 3. Технология изготовления и испытания трансформаторов. Тема 3.1. Испытания трансформаторов. Методы определения электрических величин: сопротивления обмоток и изоляции, определение потерь и КПД трансформатора.	4		
<b>ИТОГО</b>	32	6	



1710036192

#### 4.2. Лабораторные занятия

Наименование работы	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
1. Исследование однофазного трансформатора	2		
2. Конструкции магнитопроводов силовых трансформаторов	2		
3. Схемы и группы соединения обмоток трансформаторов	2	2	
4. Обмотки трансформаторов и их расчет	4		
5. Исследование трехфазного трансформатора	2		
6. Способы регулирования напряжения в силовых трансформатора	2	2	
7. Определение параметров холостого хода трансформатора	4		
8. Определение параметров короткого замыкания	4		
9. Системы охлаждения и маркировка трансформаторов	4	2	
10. Трансформаторы специального назначения	2		
11. Испытание и оценка состояния изоляции трансформатора	4		
ИТОГО	32	6	

#### 4.3 Практические (семинарские) занятия

Тема занятия	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ

#### 4.4 Самостоятельная работа обучающегося и перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Вид СРС	Трудоемкость в часах		
	ОФ	ЗФ	ОЗФ
Ознакомление с содержанием основной и дополнительной литературы, методических материалов, конспектов лекций для подготовки к занятиям	32	40	
Оформление отчетов по практическим и(или) лабораторным работам и(или) подготовка к тестированию	32	12	
Выполнение курсовой работы, оформление пояснительной записки, выполнение графической части	30	75	
ИТОГО	94	127	
Подготовка к защите курсовой работы и к зачету	20	36	



1710036192

#### **4.5 Курсовое проектирование**

Тема курсового проекта: Расчет трансформатора (тип трансформатора).

Курсовой проект состоит из пояснительной записки и одного чертежа с главным видом рассчитанного трансформатора и его активной части.

##### **Содержание курсового проекта:**

1. Расчет основных электрических параметров трансформатора
2. Выбор магнитной системы. Расчет основных размеров трансформатора.
3. Расчет обмоток.
4. Определение параметров короткого замыкания трансформатора.
5. Окончательный расчет магнитной системы трансформатора.
6. Определение параметров холостого хода трансформатора.
7. Тепловой расчет трансформатора.



1710036192

**5 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине "Электрические трансформаторы"**

<b>5.1 Паспорт фонда оценочных средств</b>				
<b>Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>				
Дисциплина направлена на формирование следующих компетенций выпускника:				
<b>Форма (ы) текущего контроля</b>	<b>Компетенции, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)</b>	<b>Индикатор (ы) достижения компетенции</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>	<b>Уровень</b>
Опрос по контрольным вопросам, подготовка отчетов по практическим и (или) лабораторным работам, тестирование, выполнение курсовой работы	ПК-1	Осуществляет техническое ведение проектов в зоне обслуживания кабельных линий электропередач	<b>Знать</b> Состав и порядок подготовки производственной и проектной документации для проведения обслуживания и ремонта кабельных линий электропередач <b>Уметь</b> Вести техническую и отчетную документацию <b>Владеть</b> Методами оценки качества работ по обслуживанию и ремонту кабельных линий электропередач	Высокий или средний
Опрос по контрольным вопросам, подготовка отчетов по практическим и (или) лабораторным работам, тестирование, выполнение курсовой работы	ПК-3	Осуществляет техническое ведение проектов на работы в зоне обслуживания воздушных линий электропередачи	<b>Знать</b> Регламенты технического обслуживания и ремонта воздушных линий электропередачи <b>Уметь</b> Готовить предложения по текущему и перспективному планированию работ по техническому обслуживанию воздушных линий электропередач <b>Владеть</b> Приемами контроля соответствия передаваемых в монтаж элементов воздушных линий требованиям стандартов, технических условий, проектной документации	Высокий или средний
<b>Высокий уровень достижения компетенции</b> - компетенция сформирована частично, рекомендованные оценки: отлично, хорошо, зачтено. <b>Средний уровень достижения компетенции</b> - компетенция сформирована частично, рекомендованные оценки: хорошо, удовлетворительно, зачтено. <b>Низкий уровень достижения компетенции</b> - компетенция не сформирована частично, оценивается неудовлетворительно или не зачтено.				

**5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы**

Текущий контроль успеваемости и аттестационные испытания обучающихся могут быть организованы с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ.

**5.2.1. Оценочные средства при текущем контроле**

Текущий контроль по темам дисциплины заключается в опросе по контрольным вопросам, подготовке и защите отчетов по практическим и (или) лабораторным работам и (или) тестировании. Опрос по контрольным вопросам. При проведении текущего контроля обучающимся будет письменно, либо устно задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

Например: 1. Принцип работы трансформатора.

2. Схемы соединения обмоток трансформатора..

Критерии оценивания: - 90-100 баллов - при правильном и полном ответе на два вопроса;

- 80-89 баллов - при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не

полном ответе на другой из вопросов;

- 60-79 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;

- 0-59 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0 - 59	60 - 79	80 - 89	90 - 100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

#### **Отчеты по лабораторным работам:**

По каждой лабораторной работе обучающиеся самостоятельно оформляют отчеты в электронном формате (согласно перечню лабораторных работ в п.4 рабочей программы).

Содержание отчета:

1. Наименование лабораторной работы.
2. Цели лабораторной работы.
3. Представление результатов проведенных измерений, исследований согласно порядку выполнения лабораторной работы.
4. Построение графиков по результатам проведенных исследований.
5. Выводы.

Критерии оценивания:

- 60 - 100 баллов – при раскрытии всех разделов в полном объеме.

- 0 - 59 баллов – при раскрытии не всех разделов, либо при оформлении разделов в неполном объеме.

Количество баллов	0 - 59	60 - 100
Шкала оценивания	не зачтено	зачтено

Процедура защиты отчета по работам.

Оценочными средствами для текущего контроля по защите отчетов являются контрольные вопросы (согласно перечню работ п. 4 рабочей программы). Обучающимся будет устно задано два вопроса, на которые они должны дать ответы.

Например:

1. Параметры холостого хода трансформатора.
2. Что такое ток холостого хода трансформатора?

Критерии оценивания:

- 90-100 баллов – при правильном и полном ответе на два вопроса;

- 80-89 баллов – при правильном и полном ответе на один из вопросов и правильном, но не полном ответе на другой из вопросов;

- 60-79 баллов – при правильном и неполном ответе только на один из вопросов;

- 0-59 баллов – при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0 - 59	60 - 79	80 - 89	90 -100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

Примерный перечень вопросов к защите отчета по лабораторным работам:

#### **Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №1.**

1. Принцип работы трансформатора.
2. Дать понятие коэффициента трансформации
3. Опыт холостого хода трансформатора.
4. Параметры холостого хода трансформатора.
5. Опыт короткого замыкания трансформатора.
6. Параметры короткого замыкания трансформатора.
7. Составляющие потерь холостого хода.
8. Виды магнитных потерь и способы их снижения.

#### **Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №2:**

1. Схемы взаимного расположения конструктивных элементов трансформатора.
2. Виды магнитных систем по способу сборки.
3. Преимущества способа шихтовки «step lap».
4. Маркировка холоднокатаной стали.



5. Достоинства аморфной стали.
6. Что такое коэффициент заполнения площади круга?
7. Дать понятие коэффициента заполнения сечения стержня сталью.
8. Дать понятие активного сечения стержня или ярма.
9. Способы прессовки стержней трансформатора.

**Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №3:**

1. Маркировка выводов обмоток однофазного трансформатора.
2. Маркировка выводов обмоток трехфазного трансформатора.
3. Обозначение схем соединения обмоток.
4. Дать понятие о схеме «зигзаг».
5. Преимущества и недостатки схемы «зигзаг».
6. Дать понятие соединения группы соединения обмоток.
7. Сколько групп обмоток у однофазного трансформатора?
8. Какие группы соединения обмоток наиболее распространены у трехфазных трансформаторов?

**Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №4.**

1. Факторы, влияющие на выбор типа обмотки.
2. Почему обмотки трансформатора имеют одинаковую высоту?
3. Почему обмотка высшего напряжения является внешней?
4. Марки обмоточных проводов трансформаторов.
5. В каких обмотках производится транспозиция проводов и с какой целью.
6. Последовательность расчета цилиндрической обмотки.
7. Последовательность расчета винтовой обмотки.
8. Параметры короткого замыкания трансформатора.
9. Составляющие потерь короткого замыкания.

**Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №5:**

1. Дать понятие КПД трансформатора.
2. Способы уменьшения потерь в стали трансформатора.
3. Что влияет на величину потерь в стали?
4. Внешняя характеристика трансформатора.
5. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
6. Что произойдет, если при включении трансформаторов на параллельную работу не совпадет
7. Фазировка обмоток?
8. Дать понятие напряжение короткого замыкания.
9. Какие параметры трансформатора определяются в опыте холостого хода?
10. Какие параметры трансформатора определяются в опыте короткого замыкания?

**Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №6:**

1. Внешняя характеристика трансформатора.
2. Способы регулирования напряжения в трансформаторе.
3. Ручное регулирование напряжения.
4. Диапазон и ступени регулирования напряжения устройством ПБВ.
5. Диапазон и ступени регулирования напряжения устройством РПН.
6. Схема и принцип работы РПН.
7. Вольтодобавочный трансформатор, принцип работы и область применения.
8. Линейные регулировочные трансформаторы, принцип работы и область применения.

**Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №7:**

1. Последовательность проведения опыта холостого хода.
2. Составляющие потерь холостого хода.
3. Факторы, влияющие на потери холостого хода.
4. Дать понятие тока холостого хода трансформатора.
5. Алгоритм расчета потерь холостого хода трансформатора.
6. Алгоритм расчета тока холостого хода.
7. Почему коэффициент трансформации определяется при проведении опыта холостого хода.
8. Способы уменьшения потерь холостого хода.
9. Зависят ли потери холостого хода от нагрузки трансформатора?
10. Параметры холостого хода трансформатора.

**Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №8:**

1. Параметры короткого замыкания трансформатора.
2. Последовательность проведения опыта короткого замыкания.
3. Составляющие потерь короткого замыкания.
4. Дать понятие напряжения короткого замыкания.
5. Алгоритм расчета потерь короткого замыкания.
6. Зависят ли потери короткого замыкания от тока нагрузки?
7. Алгоритм расчета напряжения короткого замыкания.
8. Оценка термической стойкости обмоток трансформатора.

**Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №9:**

1. Каково назначение радиаторов в трансформаторе?
2. Преимущество высокого расположения радиаторов?
3. Система охлаждения трансформатора М (устройство и принцип работы).
4. Система охлаждения трансформатора Д (устройство и принцип работы).
5. Система охлаждения трансформатора МЦ, ДЦ (устройство и принцип работы).
6. Система охлаждения трансформатора НМЦ, НДЦ (устройство и принцип работы).
7. Система охлаждения трансформатора Ц, НЦ (устройство и принцип работы).
8. Система охлаждения трансформатора С (устройство и принцип работы).
9. Назвать достоинства и недостатки «сухих» трансформаторов.
10. Перечислить достоинства и недостатки трансформаторов, заполненных негорючей или малогорючей жидкостью.
12. К каким последствиям могут привести перегрузки трансформатора?
13. В каких пределах допускаются перегрузки силовых трансформаторов?
14. Структура условного обозначения силовых трансформаторов.

**Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №10:**

1. Особенности автотрансформаторов.
2. Почему автотрансформаторы применяют для связи сетей с близкими номинальными напряжениями?
3. Назвать достоинства и недостатки автотрансформаторов.
4. Назначение электропечных трансформаторов.
5. Особенности конструкции электропечных трансформаторов.
6. Структура условного обозначения электропечных трансформаторов.
7. Назначение преобразовательных трансформаторов.
8. Особенности конструкции преобразовательных трансформаторов.
9. Особенности опыта КЗ преобразовательных трансформаторов.
10. Структура условного обозначения преобразовательных трансформаторов.
11. Назначение регулировочных трансформаторов.
12. Устройство и принцип работы регулировочных трансформаторов.
13. Назначение фазоповоротных трансформаторов.
14. Устройство и принцип работы фазоповоротных трансформаторов.

**Примерный перечень вопросов к лабораторной работе №11:**

1. Какие внутренние повреждения и дефекты трансформатора могут быть выявлены в результате испытания трансформаторного масла?
2. Испытания трансформаторного масла?
3. Определение  $\tan \delta$  трансформаторного масла.
4. Что называют анализом растворенных в масле газов? Основные этапы его проведения.
5. Идентификация вида дефекта по результатам АРГ.
6. Перечислить диэлектрические характеристики твердой изоляции трансформатора.
7. Оценка технического состояния трансформатора по результатам испытания его изоляции

**Тестирование:**

При проведении текущего контроля обучающимся необходимо пройти тестирование по каждой теме в соответствии с п. 4.1 рабочей программы. Тестирование может быть организовано с использованием ресурсов ЭИОС КузГТУ.

Примеры тестовых заданий:

**Тест 1:** : Коэффициент трансформации – это отношение;

+:  $U_1/U_2$ ;

+:  $E_1/E_2$ ;

-:  $I_2/I_1$ ;

+:  $W_1/W_2$ .

**Тест 2:** Схема соединения обмоток «звезда» обозначается буквами;

+: Y;

-: D;

-: Δ;

+: Y;

-: Z.

**Тест 3:** : К герметичным относятся трансформаторы;

-: ТСЗГЛ;

+: ТСГ;

+: ТМГ;

-: ТСЗГЛФ;

+: ТМГСУ.

Критерии оценивания тестирования:

- 60 – 100 баллов – при ответе на >60% вопросов

- 0 – 59 баллов – при ответе на <60% вопросов

Количество баллов	0-59	60-100
Шкала оценивания	Не зачтено	Зачтено

## 5.2.2 Оценочные средства при промежуточной аттестации

**Формой промежуточной аттестации** является защита курсовой работы и зачет, в процессе которых определяется сформированность обозначенных в рабочей программе компетенций.

Инструментом измерения сформированности компетенций являются:

- зачетные отчеты обучающихся по лабораторным и/или практическим работам;

- прохождение обучающимися тестирования по темам лекционного материала.

Защита курсового проекта проводится публично. Студент, выполнивший курсовой проект, делает доклад на 5 - 7 минут,

отражая в нем цель проекта, последовательность расчета трансформатора и выводы по полученным результатам.

Затем отвечает на четыре вопроса, два из которых определяют уровень усвоения методик расчета параметров трансформатора,

и два вопроса по лекционному материалу курса.

Примерный перечень вопросов к защите курсового проекта:

1. Последовательность расчета трансформатора.
2. Принцип маркировки трансформаторов.
3. Способы регулирования напряжения в трансформаторах.
4. Сравнительный анализ сухих и масляных трансформаторов.
5. Преимущества трансформаторов с обмоткой по схеме "зигзаг".
6. Системы охлаждения трансформаторов.
7. Основные размеры трансформатора.
8. Алгоритм расчета потерь холостого хода трансформатора.
9. Почему обмотки трансформатора имеют одну высоту?
10. Составляющие потерь короткого замыкания трансформатора.
11. Какие токи КЗ и с какой целью рассчитываются при проектировании трансформатора?
12. Виды обмоток трансформатора.
13. Что влияет на выбор вида обмотки?
14. Виды магнитных потерь в трансформаторе.
15. Что влияет на магнитные потери в трансформаторе?
16. Что влияет на потери короткого замыкания?
17. Дать понятие напряжения короткого замыкания.
18. Дать понятие тока холостого хода.
19. Почему предпочтительнее расположение обмотки НН внутри обмотки ВН?
20. Что влияет на величину испытательного напряжения?
21. Что относится к главной изоляции трансформатора?

22. В каких обмотках делается транспозиция проводов и с какой целью?  
 23. Назначение маслорасширителя.

**Критерии оценивания защиты курсовой работы:**

- 90-100 баллов - при правильном и полном ответе на четыре вопроса;
- 80-89 баллов - при правильном и полном ответе на два вопроса и правильном, но не полном ответе на два других вопроса;
- 60-79 баллов - при правильном и неполном ответе только на три вопроса;
- 0-59 баллов - при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0 - 59	60 - 79	80 - 89	90 -100
Шкала оценивания	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично

При проведении промежуточного контроля (зачета) обучающийся отвечает на 3 вопроса выбранных случайным образом. Опрос может проводиться в письменной и/или устной, и/или электронной форме.

**Ответ на вопросы:**

Критерии оценивания при ответе на вопросы:

- 85-100 баллов - при правильном и полном ответе на три вопроса;
- 65-84 баллов - при правильном и полном ответе на два вопроса;
- 50-64 баллов - при правильном и полном ответе на один вопрос;
- 0-49 баллов - при отсутствии правильных ответов на вопросы.

Количество баллов	0 - 49	50 - 64	65 - 84	85 - 100
Шкала оценивания	не зачтено	зачтено		

**Примерный перечень вопросов к зачету:**

1. Принцип работы трансформатора.
2. Основные характеристики трансформаторов.
3. Схемы и группы соединения обмоток трансформатора.
4. Внешняя характеристика трансформатора.
5. Виды магнитных систем силовых трансформаторов.
6. Виды обмоток трансформатора.
7. Опыт и потери холостого хода трансформатора.
8. Опыт и потери короткого замыкания трансформатора.
9. Схема замещения трансформатора.
10. Технические (паспортные) характеристики трансформаторов.
11. Дать понятие напряжения короткого замыкания трансформатора.
12. Системы охлаждения силовых трансформаторов.
13. Способы регулирования напряжения в силовых трансформаторах.
14. Схема и принцип работы РПН.
15. Классификация изоляции трансформаторов по назначению.
16. Способы сборки и прессовки стержней трансформатора.
17. Дать понятие коэффициента  $\beta$  и на какие характеристики трансформатора он оказывает влияние?
18. Принцип маркировки силовых трансформаторов.
19. Дать понятие азотной и пленочной защиты трансформаторов.
20. Основные конструктивные элементы масляного трансформатора и их назначение.
21. Дать понятие транспозиции проводов в обмотках трансформатора.
22. Факторы, влияющие на выбор типа обмотки трансформатора.
23. Дать понятие трехобмоточного трансформатора и с расщепленной обмоткой.
24. Преимущества герметичных трансформаторов.
25. Новые технологии, используемые в трансформаторостроении.
26. Последовательность расчета трансформатора.
27. Основные размеры трансформатора.
28. Последовательность расчета обмотки НН трансформатора.
29. Последовательность расчета обмотки ВН трансформатора.
30. Классы нагретостойкости изоляции, используемой в трансформаторах.
31. Главная изоляция трансформаторов.
32. Расчет потерь короткого замыкания трансформатора.
33. Механические силы, действующие на обмотки трансформатора.

34. Дать понятие установившегося и ударного токов короткого замыкания. Зачем нужны значения этих токов при расчете трансформатора?
35. Способы повышения механической прочности обмоток трансформатора.
36. Какие параметры трансформатора определяются при окончательном расчете его магнитной системы?
37. Составляющие потерь холостого хода трансформатора.
38. Что влияет на величину потерь холостого хода трансформатора?
39. Расчет потерь холостого хода трансформатора.
40. Ток холостого хода трансформатора и его расчет.
41. Задачи теплового расчета трансформатора.
42. Условия включения трансформаторов на параллельную работу.
43. Трансформаторы с симметрирующим устройством.
44. Специальные трансформаторы.
45. Испытание трансформаторного масла на пробой.
46. Полный анализ трансформаторного масла.
47. Хроматографический анализ газов, растворенных в масле.
48. Оценка состояния и испытание изоляции трансформаторов.

### **5.2.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций**

1. Текущий контроль успеваемости обучающихся, осуществляется в следующем порядке: в конце завершения освоения соответствующей темы обучающиеся проходят на ЭИОС КузГТУ и приступают к выполнению контрольного теста по соответствующей теме.

Тестирование ограничено по времени. По истечении заданного времени все ответы будут автоматически отправлены на проверку для последующего оценивания результатов текущего контроля успеваемости.

При прохождении теста обучающимся запрещается использование любых электронных и печатных источников информации. В случае обнаружения научно-педагогическим работником факта использования обучающимся при подготовке ответов на вопросы указанные источники информации – оценка результатов текущего контроля соответствует 0 баллов и назначается дата повторного прохождения текущего контроля успеваемости.

Текущий контроль успеваемости обучающихся по результатам выполнения лабораторных и (или) практических работ осуществляется в форме отчета, который предоставляется научно-педагогическому работнику на бумажном и (или) электронном носителе. Научно-педагогический работник, после проведения оценочных процедур, имеет право вернуть обучающемуся отчет для последующей корректировки с указанием перечня несоответствий. Обучающийся обязан устранить все указанные несоответствия и направить отчет научно-педагогическому работнику в срок, не превышающий трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Результаты текущего контроля доводятся до сведения обучающихся в течение трех учебных дней, следующих за днем проведения текущего контроля успеваемости.

Обучающиеся, которые не прошли текущий контроль успеваемости в установленные сроки, обязаны пройти его в срок до начала процедуры промежуточной аттестации по дисциплине в соответствии с расписанием промежуточной аттестации.

Результаты прохождения процедур текущего контроля успеваемости обучающихся учитываются при оценивании результатов промежуточной аттестации обучающихся.

2. Промежуточная аттестация обучающихся проводится после завершения обучения по дисциплине в семестре в соответствии с календарным учебным графиком и расписанием промежуточной аттестации.

Для успешного прохождения процедуры промежуточной аттестации по дисциплине обучающиеся должны:

1. получить положительные результаты по всем предусмотренным рабочей программой формам текущего контроля успеваемости;
2. получить положительные результаты аттестационного испытания.

Для успешного прохождения аттестационного испытания обучающийся в течение времени, установленного научно-педагогическим работником, осуществляет подготовку ответов на три вопроса, выбранных в случайном порядке.

Для подготовки ответов используется чистый лист бумаги и ручка.

На листе бумаги обучающиеся указывают свои фамилию, имя, отчество (при наличии), номер

## 6 Учебно-методическое обеспечение

### 6.1 Основная литература

1. Долгопол, Т. Л. Расчет силовых трансформаторов : электронное учебное пособие / Т. Л. Долгопол ; Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, 2023. – 1 файл (2,85 Мб). – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=91951&type=utchposob:common> (дата обращения: 07.02.2024). – Текст : электронный.
2. Галян, Э. Т. Однофазные и трехфазные силовые трансформаторы / Э. Т. Галян. – Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2017. – с. – URL: <http://www.iprbookshop.ru/90662.html> (дата обращения: 07.02.2024). – Текст : электронный.
3. Силовые трансформаторы на энергетических объектах : испытания, диагностика, дефекты, повреждаемость, мониторинг : учебное пособие : [16+] / А. Ю. Хренников, В. В. Вахнина, А. А. Кувшинов, Н. М. Александров. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2021. – 336 с. : ил., схем., табл. – Режим доступа: по подписке. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=682225> (дата обращения: 11.03.2024). – Библиогр. в кн. – ISBN 978-5-4499-2647-0. – Текст : электронный.



1710036192

## 6.2 Дополнительная литература

1. Втюрин, В. А. Трансформаторы : учебное пособие / В. А. Втюрин. — Санкт-Петербург : СПбГЛТУ, 2009. — 40 с. — ISBN 978-5-9239-0146-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/45414> (дата обращения: 07.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Константинов, Г. Г. Трансформаторы и асинхронные машины: курс лекций : учебное пособие / Г. Г. Константинов. — Иркутск : ИРНИТУ, 2021. — 140 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/325382> (дата обращения: 07.02.2024). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

## 6.3 Методическая литература

### 6.4 Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <http://biblioclub.ru/>

2. Электронная библиотечная система «Лань» <http://e.lanbook.com>

3. Электронная библиотека КузГТУ <https://library.kuzstu.ru/index.php/punkt-2/podrazdel-21>

### 6.5 Периодические издания

1. Вестник Кузбасского государственного технического университета : научно-технический

2. Электрика : научный, производственно-технический и информационно-аналитический журнал

3. Электричество : теоретический и научно-практический журнал

<https://eivis.ru/browse/publication/112606>

4. Электротехника : научно-технический журнал <https://elibrary.ru/contents.asp?titleid=8295>

5. Энергосбережение : специализированный журнал <https://eivis.ru/browse/publication/80078>

журнал <https://vestnik.kuzstu.ru/>

## 7 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

ЭИОС КузГТУ:

а) Электронная библиотека КузГТУ. – Текст: электронный // Научно-техническая библиотека Кузбасского государственного технического университета им. Т. Ф. Горбачева : сайт. – Кемерово, 2001 – . – URL: <https://elib.kuzstu.ru/>. – Текст: электронный.

б) Портал.КузГТУ : Автоматизированная Информационная Система (АИС) : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, [б. г.]. – URL: <https://portal.kuzstu.ru/>. – Режим доступа: для авториз. пользователей. – Текст: электронный.

в) Электронное обучение : [сайт] / Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева. – Кемерово : КузГТУ, [б. г.]. – URL: <https://el.kuzstu.ru/>. – Режим доступа: для авториз. пользователей КузГТУ. – Текст: электронный.

## 8 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины "Электрические трансформаторы"

Самостоятельная работа обучающегося является частью его учебной деятельности, объемы самостоятельной работы по каждой дисциплине (модулю) практике, государственной итоговой аттестации, устанавливаются в учебном плане.

Самостоятельная работа по дисциплине (модулю), практике организуется следующим образом:

1. До начала освоения дисциплины обучающемуся необходимо ознакомиться с содержанием рабочей программы дисциплины (модуля), программы практики в следующем порядке:

1.1 содержание знаний, умений, навыков и (или) опыта профессиональной деятельности, которые будут сформированы в процессе освоения дисциплины (модуля), практики;



1710036192

1.2 содержание конспектов лекций, размещенных в электронной информационной среде КузГТУ в порядке освоения дисциплины, указанном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

1.3 содержание основной и дополнительной литературы.

2. В период освоения дисциплины обучающийся осуществляет самостоятельную работу в следующем порядке:

2.1 выполнение практических и (или) лабораторных работы и (или) отчетов в порядке, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

2.2 подготовка к опросам и (или) тестированию в соответствии с порядком, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики;

2.3 подготовка к промежуточной аттестации в соответствии с порядком, установленном в рабочей программе дисциплины (модуля), практики.

В случае затруднений, возникших при выполнении самостоятельной работы, обучающемуся необходимо обратиться за консультацией к педагогическому работнику. Периоды проведения консультаций устанавливаются в расписании консультаций.

## **9 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине "Электрические трансформаторы", включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем**

Для изучения дисциплины может использоваться следующее программное обеспечение:

1. Autodesk AutoCAD 2018
2. Mozilla Firefox
3. Google Chrome
4. 7-zip
5. Open Office
6. КОМПАС-3D
7. Microsoft Windows
8. ESET NOD32 Smart Security Business Edition
9. Kaspersky Endpoint Security
10. Браузер Спутник

## **10 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине "Электрические трансформаторы"**

Для реализации программы учебной дисциплины предусмотрены специальные помещения:

1. Помещения для самостоятельной работы обучающихся должны оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети &quot;Интернет&quot; и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде Организации.

2. Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации.

## **11 Иные сведения и (или) материалы**

1. Образовательный процесс осуществляется с использованием как традиционных так и современных интерактивных технологий.

В рамках аудиторных занятий применяются следующие интерактивные методы:

- разбор конкретных примеров;
- мультимедийная презентация.

2. Проведение групповых и индивидуальных консультаций осуществляется в соответствии с расписанием консультаций по темам, заявленным в рабочей программе дисциплины, в период освоения дисциплины и перед промежуточной аттестацией с учетом результатов текущего контроля.



1710036192



## 12 Внесение дополнений по филиалу КузГТУ в г. Прокопьевске

11.1 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля):

1. Игнатович, В. М. Электрические машины и трансформаторы: Учебное пособие / Игнатович В.М., Ройз Ш.С. - Томск:Изд-во Томского политех. университета, 2013. - 182 с. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/673035>
2. Встовский, А. Л. Электрические машины [Электронный ресурс] : учеб. пособие / А. Л. Встовский. - Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2013. - 464 с. - ISBN 978-5-7638-2518-3. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/492153>
3. Иванов, И. И. Электротехника и основы электроники : учебник для вузов / И. И. Иванов, Г. И. Соловьев, В. Я. Фролов. — 11-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 736 с. — ISBN 978-5-8114-7115-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/155680>
4. Трансформаторы и электрические машины ; Министерство образования и науки Российской Федерации; Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Марийский государственный технический ун. - Йошкар-Ола : Марийский государственный технический университет, 2011. - 88 с. - URL: [http://biblioclub.ru/index.php?page=book\\_red&id=477299](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=477299) - Текст : электронный
5. Силовые трансформаторы : методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 (140400.62) «Электроэнергетика и электротехника» образовательные программы «Электропривод и автоматика», «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» и специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело», образовательная программа «Электрификация и автоматизация горного производства», очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. электропривода и автоматизации ; сост. С. Г. Филимонов. - Кемерово : КузГТУ, 2014. - 22 с. - URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=3480> . - Текст : электронный
6. Силовые трансформаторы : методические указания к курсовому проекту по дисциплине «Электрические машины» для студентов направления 13.03.02 (140400.62) «Электроэнергетика и электротехника» образовательные программы «Электропривод и автоматика», «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» и специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело», образовательная программа «Электрификация и автоматизация горного производства», очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. электропривода и автоматизации ; сост. С. Г. Филимонов. – Кемерово : КузГТУ, 2014. – 22 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=3480> . – Текст : электронный.
7. Электрические машины : методические указания к лабораторным работам для студентов направления 13.03.02 (140400.62) «Электроэнергетика и электротехника» образовательные программы «Электропривод и автоматика», «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» и специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело», образовательная программа «Электрификация и автоматизация горного производства», очной формы обучения / ФГБОУ ВПО «Кузбас. гос. техн. ун-т им. Т. Ф. Горбачева», Каф. электропривода и автоматизации ; сост. С. Г. Филимонов. Кемерово : КузГТУ, 2014. – 85 с. – URL: <http://library.kuzstu.ru/meto.php?n=3478> . – Текст : электронный.

11.2 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине (модулю)

Учебная аудитория для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой (№ 303), оснащенный оборудованием:

- рабочее место преподавателя,
  - посадочные места по количеству обучающихся;
  - доска меловая;
- техническими средствами:
- персональный компьютер с лицензированным программным обеспечением общего назначения с выходом в Internet;
  - мультимедиа проектор;
  - экран;
  - электроизмерительные приборы для выполнения лабораторных работ;
  - учебно-лабораторные стенды («НТЦ-01») - 6;
- Программное обеспечение:
- Libre Office – Writer
    - Impress
    - Calc
  - 7-Zip
  - AIMP
  - STDU Viewer
  - Power Point Viewer

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены специальные помещения, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» с обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду филиала КузГТУ в г. Прокопьевске.