

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина»

УТВЕРЖДАЮ
Директор по образовательной
деятельности

_____ С.Т. Князев
«__» _____

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА МОДУЛЯ

Код модуля	Модуль
1158905	Расчет и проектирование электрических машин и трансформаторов

Екатеринбург

Перечень сведений о рабочей программе модуля	Учетные данные
Образовательная программа 1. Электроэнергетика и электротехника	Код ОП 1. 13.03.02/33.01
Направление подготовки 1. Электроэнергетика и электротехника	Код направления и уровня подготовки 1. 13.03.02

Программа модуля составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисенко Виктор Иванович	доктор технических наук, профессор	Профессор	электротехники
2	Малыгин Игорь Вячеславович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники
3	Мойсейченков Александр Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники
4	Шутько Виктор Федорович	кандидат технических наук, доцент	Доцент	электротехники

Согласовано:

Управление образовательных программ

Р.Х. Токарева

1. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МОДУЛЯ Расчет и проектирование электрических машин и трансформаторов

1.1. Аннотация содержания модуля

В модуль входят дисциплины «Дополнительные главы теоретических основ электротехники», «Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов», «Расчет и проектирование электрических машин», «Расчет и проектирование трансформаторов», «Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах». Модуль предусматривает формирование фундаментальных теоретических и практических знаний и навыков в области проектирования электрических машин и трансформаторов, освоение методов проектирования с широким использованием ЭВМ и САПР. В результате студент должен овладеть методами системного анализа многокритериальной оптимизации, интерактивного проектирования электрических машин, принятия решений при структурном и параметрическом синтезе электрических машин, приобрести навыки практического проектирования и конструирования трансформаторов и электрических машин

1.2. Структура и объем модуля

Таблица 1

№ п/п	Перечень дисциплин модуля в последовательности их освоения	Объем дисциплин модуля и всего модуля в зачетных единицах
1	Дополнительные главы теоретических основ электротехники	3
2	Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов	8
3	Расчет и проектирование трансформаторов	3
4	Расчет и проектирование электрических машин	4
5	Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах	4
ИТОГО по модулю:		22

1.3. Последовательность освоения модуля в образовательной программе

Пререквизиты модуля	Не предусмотрены
Постреквизиты и кореквизиты модуля	Не предусмотрены

1.4. Распределение компетенций по дисциплинам модуля, планируемые результаты обучения (индикаторы) по модулю

Таблица 2

Перечень дисциплин модуля	Код и наименование компетенции	Планируемые результаты обучения (индикаторы)
1	2	3
Дополнительные главы теоретических основ электротехники	ПК-29 - Способен использовать методы анализа и моделирования электромеханических и электромагнитных преобразователей	<p>З-1 - Изложить основные понятия и законы теории электромагнитного поля и электромагнитных цепей</p> <p>У-1 - Определять оптимальные методы анализа стационарных и переменных электромагнитных полей</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт выполнения расчетов параметров элементов электротехнических устройств и электроустановок</p>
Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов	ПК-29 - Способен использовать методы анализа и моделирования электромеханических и электромагнитных преобразователей	<p>З-2 - Описывать несимметричные режимы работы трансформаторов</p> <p>З-3 - Описывать несимметричные режимы электрических машин</p> <p>У-2 - Анализировать режимы работы трансформаторов и переходные процессы</p> <p>У-3 - Анализировать режимы работы и переходные процессы электрических машин</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор методов моделирования трансформаторов</p> <p>П-3 - Осуществлять обоснованный выбор методов моделирования электрических машин</p>
Расчет и проектирование трансформаторов	ПК-18 - Способен выполнять расчеты электрических схем, конструктивных элементов, электрических и тепловых режимов работы силовых трансформаторов	<p>З-1 - Изложить методики расчета и проектирования силовых трансформаторов</p> <p>У-1 - Устанавливать последовательность действий при расчете и проектировании силовых трансформаторов</p> <p>П-1 - Иметь практический опыт использования методик расчета и проектирования силовых трансформаторов</p>
Расчет и проектирование электрических машин	ПК-19 - Способен выполнять расчеты электрических схем и конструктивных элементов составных частей	<p>З-1 - Изложить методики расчета и проектирования вращающихся электрических машин</p> <p>У-1 - Устанавливать последовательность действий при расчете и проектировании вращающихся электрических машин</p>

	электромеханического оборудования	П-1 - Иметь практический опыт использования методик расчета и проектирования вращающихся электрических машин
Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах	ПК-20 - Способен выполнять расчеты электрических и тепловых режимов работы составных частей электромеханического оборудования	З-1 - Объяснять роль и значение тепловых, гидравлических и аэродинамических явлений в электрических машинах У-1 - Обосновать целесообразность применения различных систем охлаждения и конструкций их элементов П-1 - Выполнять тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты процессов, происходящих в электрических машинах

1.5. Форма обучения

Обучение по дисциплинам модуля может осуществляться в очной формах.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы теоретических
основ электротехники

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Громов Владимир Васильевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 3 от 16.05.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Громов Владимир Васильевич, Доцент, электротехники

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
1.	Основы теории электромагнитного поля	Векторы электромагнитного поля. Классификация электромагнитных полей. Дифференциальная и интегральная формы уравнений электромагнитного поля. Потенциальное и вихревое поля. Скалярный и векторный потенциал. Поле в веществе, характеристики изотропных сред. Энергия и механические силы в электромагнитном поле
2.	Стационарные электромагнитные поля	Электростатическое поле. Его законы в дифференциальной и интегральной формах. Безвихревой характер электростатического поля. Граничные условия на поверхности раздела двух сред. Уравнения Пуассона и Лапласа для потенциала. Потенциальные коэффициенты, коэффициенты электростатической индукции и частичные емкости системы заряженных тел. Поле двухпроводной линии передачи, ее емкость. Метод зеркальных изображений. Численный расчет электростатического поля методом сеток. Электрическое поле постоянного тока. Его законы в дифференциальной и интегральной формах. Граничные условия на поверхности раздела двух сред. Уравнение Лапласа для потенциала. Расчетная аналогия электростатического и стационарных электрического поля постоянного тока. Ток утечки в кабеле и сопротивление изоляции кабеля. Сопротивление заземления.

		Магнитное поле постоянного тока. Его законы в дифференциальной и интегральной формах. Вихревой характер магнитного поля. Скалярный и векторный магнитные потенциалы. Поле двухпроводной линии передачи, ее индуктивность. Взаимная индуктивность линий. Магнитное экранирование.
3.	Переменное электромагнитное поле	Уравнения Максвелла в комплексной форме. Энергетический вектор Пойнтинга. Теорема Умова-Пойнтинга. Электродинамические векторный и скалярный потенциалы электромагнитного поля. Распространение плоской электромагнитной волны в идеальном диэлектрике и в идеальном проводнике. Характеристики волны в этих средах. Электромагнитное экранирование. Поверхностный электрический и магнитный эффекты. Комплексная магнитная и диэлектрическая проницаемости. Активное и внутреннее индуктивное сопротивления проводов. Эффект близости.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	целенаправленная работа с информацией для использования в практических целях	Технология формирования уверенности и готовности к самостоятельной успешной профессиональной деятельности Технология самостоятельной работы	ПК-29 - Способен использовать методы анализа и моделирования электромеханических и электромагнитных преобразователей	З-1 - Изложить основные понятия и законы теории электромагнитного поля и электромагнитных цепей У-1 - Определять оптимальные методы анализа стационарных и переменных электромагнитных полей П-1 - Иметь практический опыт выполнения расчетов параметров элементов электротехнических устройств и

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы теоретических основ электротехники

Электронные ресурсы (издания)

1. , Андреев, Ф. И., Белошабский, В. В., Серый, И. М.; Энергия электромагнитного поля. Механические силы в электромагнитном поле : Метод. указ. по курсу "Теорет. основы электротехники" для студентов всех форм обучения электротехн. специальностей.; УГТУ, Екатеринбург; 1996; <http://library.ustu.ru/dspace/handle/123456789/988> (Электронное издание)
2. ; Теоретические основы электротехники : учебник.; Инфра-Инженерия, Москва, Вологда; 2021; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=618546> (Электронное издание)

Печатные издания

1. Демирчян, К. С., Нейман, Л. Р., Коровкин, Н. В.; Теоретические основы электротехники : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" : [в 2 т.]. Т. 1. ; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2009 (6 экз.)
2. Демирчян, К. С., Нейман, Л. Р., Коровкин, Н. В.; Теоретические основы электротехники : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. бакалавров и магистров "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика" : [в 2 т.]. Т. 2. ; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2009 (6 экз.)
3. , Атабеков, Г. И., Купалян, С. Д., Тимофеев, А. Б., Хухриков, С. С.; Теоретические основы электротехники. Нелинейные электрические цепи. Электромагнитное поле : учеб. пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2009 (1 экз.)
4. Бессонов, Л. А.; Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учеб. для бакалавров втузов, обучающихся по направлениям "Электротехника", "Электротехнологии", "Электромеханика", "Электроэнергетика" и "Приборостроение".; Юрайт, Москва; 2012 (1 экз.)
5. Коровкин, Н. В., Селина, Е. Е., Чечурин, В. Л.; Теоретические основы электротехники. Сборник задач : учеб. пособие для студентов вузов по направлениям подгот. бакалавров, магистров и дипломир. специалистов "Электроэнергетика" и "Электротехника, электромеханика и электротехнологии".; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2006 (134 экз.)
6. , Бутырин, П. А., Коровкин, Н. В.; Теоретические основы электротехники. Интернет-тестирование базовых знаний : учебное пособие.; Лань, Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар; 2012 (1 экз.)
7. Поршневу, С. В.; Компьютерное моделирование физических процессов с использованием MathCAD : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности 030100-Информатика.; Горячая линия-Телеком, Москва; 2002 (5 экз.)
8. , Богомолова, Г. А., Серый, И. М.; Основные уравнения электромагнитного поля и его свойства в стационарных условиях : Метод. указ. по курсу "Теоретические основы электротехники" для студентов всех форм обучения электротехн. спец.; УПИ, Свердловск; 1989 (5 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

1. www.lib.urfu.ru -- библиотека Уральского федерального университета;

2. www.gpntb.ru -- государственная публичная научно-техническая библиотека;
3. www.biblioclub.ru -- универсальная библиотека онлайн;
4. www.eknigu.com -- электронные книги научной и технической тематики;
5. www.edu.ru – федеральный портал Российское Образование;
6. www.window.edu.ru – единое окно доступа к образовательным ресурсам;
7. www.twirpx.com – все для студента;
8. www.vunivere.ru – учебные материалы для студентов.
9. <http://study.urfu.ru> - Портал информационно – образовательных ресурсов УрФУ

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

не используются

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы теоретических основ электротехники

Сведения об оснащённости дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащённость специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Периферийное устройство	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0

		<p>Доска аудиторная</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	
3	Лабораторные занятия	<p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
4	Курсовая работа/ курсовой проект	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM
5	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	Не требуется
7	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Дополнительные главы электрических
машин и трансформаторов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Родионов Игорь Евгеньевич	кандидат технических наук, доцент	Доцент	электротехники
2	Шутько Виктор Федорович	кандидат техн. наук, доцент	доцент	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 3 от 16.05.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Родионов Игорь Евгеньевич, Доцент, электротехники
- Шутько Виктор Федорович, доцент, электротехники

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Трансформаторы	Несимметричные режимы работы трансформаторов. Применение метода симметричных составляющих. Поведение трансформатора по отношению к токам различных последовательностей. Сопротивление нулевой последовательности и его определение. Переходные режимы трансформаторов. Процессы при включении трансформатора в сеть и при его внезапном коротком замыкании. Нагрев обмоток и механические усилия. Специальные типы трансформаторов. Автотрансформатор. Принцип действия, основные соотношения, области применения. Трехобмоточные трансформаторы.
P2	Общие вопросы теории машин переменного тока	Обмотки машин переменного тока. Общие принципы выполнения обмоток. Их классификация. Обмотки двухслойные и однослойные, трехфазные. Однофазная короткозамкнутая обмотка в виде беличьей клетки. Магнитодвижущая сила (МДС) обмотки переменного тока. МДС катушки с полным шагом. Основная и высшие гармоники МДС. МДС катушечной группы и фазы однослойной и двухслойной обмоток. Разложение пульсирующей волны МДС на вращающиеся волны МДС. МДС трехфазной обмотки. ЭДС обмотки переменного тока. ЭДС проводника, витка, катушки, фазы от основной и высшей гармоник поля.

		<p>Коэффициенты укорочения, распределения и скоса. Обмоточный коэффициент. Улучшение формы кривой ЭДС.</p> <p>Магнитные поля и индуктивные сопротивления обмоток переменного тока. Основное магнитное поле и поле рассеяния: пазовое, лобовое, по коронкам зубцов. Индуктивные сопротивления от магнитных полей воздушного зазора и полей рассеяния.</p>
Р3	Асинхронные машины	<p>Схемы замещения и круговая диаграмма АМ. Уравнения АМ. Приведение вторичной обмотки к первичной. Т - образная и Г - образная схемы замещения. Круговая диаграмма. Построение рабочих характеристик АД из круговой диаграммы.</p> <p>Короткозамкнутые АД с вытеснением тока в обмотке ротора. Глубокопазный и двухклеточный двигатели. Принципы их работы, схемы замещения, пусковые и рабочие характеристики.</p> <p>Пуск в ход АД. Включение двигателя на сеть. Пуск двигателей с фазным ротором. Пуск короткозамкнутых двигателей: прямой, реакторный, автотрансформаторный и посредством переключения обмотки статора со звезды на треугольник.</p> <p>Регулирование скорости вращения двигателей. Способы регулирования скорости: изменением числа полюсов, первичной частоты и напряжения, введением активного сопротивления в ротор.</p> <p>Особые режимы работы и специальные типы АМ. Работа двигателя при несимметрии в цепи статора и ротора. Механические характеристики АД при однофазном статоре и симметричном роторе, при симметричном статоре и однофазном роторе. Однофазные АД. Пуск в ход. Конденсаторные двигатели.</p>
Р4	Синхронные машины	<p>Переходные процессы синхронных машин. Переходные процессы в цепях якоря и индуктора синхронных машин. Гашение магнитного поля и переходные процессы в цепях индуктора синхронных машин. Внезапное короткое замыкание синхронного генератора. Физическая картина переходного процесса. Параметры обмотки статора при внезапном коротком замыкании. Токи и механические силы при внезапном коротком замыкании. Колебания и динамическая устойчивость синхронных машин.</p> <p>Несимметричные режимы синхронных машин. Несимметричные режимы работы синхронных генераторов. Действие симметричных составляющих токов в синхронной машине. Параметры прямой, обратной и нулевой последовательностей. Несимметричные короткие замыкания.</p>
Р5	Машины постоянного тока	<p>Обмотки машин постоянного тока. Обмотки якоря машин постоянного тока. Схемы петлевых и волновых обмоток. Простые и сложные обмотки. Условия симметрии обмоток. Уравнительные соединения. Особенности комбинированных обмоток. Обмотки возбуждения.</p>

		Коммутация в машинах постоянного тока. Природа щеточного контакта. Искрение на коллекторе механического, потенциального и токового характера. Электродвижущие силы в коммутируемой секции. Реактивная ЭДС. Процессы прямолинейной и криволинейной коммутации. Работа добавочных полюсов и компенсационной обмотки в процессе коммутации. Экспериментальная проверка и настройка коммутации.
Р6	Коллекторные двигатели переменного тока	Конструкция, принцип действия, применение однофазного и трехфазного коллекторных двигателей переменного тока.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-29 - Способен использовать методы анализа и моделирования электромеханических и электромагнитных преобразователей	<p>3-2 - Описывать несимметричные режимы работы трансформаторов</p> <p>3-3 - Описывать несимметричные режимы электрических машин</p> <p>У-2 - Анализировать режимы работы трансформаторов и переходные процессы</p> <p>У-3 - Анализировать режимы работы и переходные процессы электрических машин</p> <p>П-2 - Осуществлять обоснованный выбор методов моделирования трансформаторов</p> <p>П-3 - Осуществлять</p>

				обоснованный выбор методов моделирования электрических машин
--	--	--	--	--

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов

Электронные ресурсы (издания)

1. , Чиликин, М. Г., Голован, А. Т., Грудинский, П. Г., Петров, Г. Н., Федосеев, А. М.; Электротехнический справочник; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1952; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213980> (Электронное издание)
2. Рихтер, Р., Р.; Электрические машины. Машины постоянного тока; ОНТИ НКТП СССР, Москва, Ленинград; 1935; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117331> (Электронное издание)
3. Рихтер, Р., Р.; Электрические машины; ОНТИ НКТП СССР, Москва, Ленинград; 1936; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117332> (Электронное издание)
4. Рихтер, Р., Р., Голубев, Н. А.; Электрические машины; ОНТИ НКТП СССР, Москва, Ленинград; 1935; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117333> (Электронное издание)
5. Рихтер, Р., Р., Чечет, Ю. С.; Электрические машины; Государственное объединенное научно-техническое издательство. Редакция энергетической литературы, Москва, Ленинград; 1939; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=210832> (Электронное издание)
6. Рихтер, Р., Р., Прусс-Жуковский, В. В., Прусс-Жуковский, И. Н., Костенко, М. П.; Электрические машины Регулировочные агрегаты; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1961; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=210833> (Электронное издание)
7. Костенко, М. П.; Электрические машины 2. Машины переменного тока; Энергия, Ленинград; 1973; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450046> (Электронное издание)
8. Костенко, М. П.; Электрические машины 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы; Энергия, Ленинград; 1972; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=450047> (Электронное издание)
9. Кобозев, В. А.; Электрические машины : учебное пособие. 1. Машины постоянного тока. Трансформаторы; Ставропольский государственный аграрный университет (СтГАУ), Ставрополь; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=438677> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Орлов, И. Н., Антика, И. В., Герасимов, В. Г., Грудинский, П. Г., Лабунцов, В. А., Соколов, М. М., Федосеев, А. М., Шихлин, А. Я., Веников, В. А.; Электротехнический справочник : в 3 т. Т. 3: в 2 кн., кн. 1. Производство и распределение электрической энергии ; Энергоатомиздат, Москва; 1988 (18 экз.)
2. , Орлов, И. Н., Герасимов, В. Г., Пешков, И. Б.; Электротехнический справочник : В 3 т. Т. 2. Электротехнические изделия и устройства ; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (10 экз.)
3. , Орлов, И. Н., Елисеев, В. А., Москаленко, В. В., Сиротин, А. А.; Электротехнический справочник : в 3 т. Т. 3, кн. 2. Использование электрической энергии; Энергоатомиздат, Москва; 1988 (15 экз.)
4. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.;

- Электротехнический справочник : В 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии; МЭИ, Москва; 2002 (10 экз.)
5. , Орлов, И. Н., Герасимов, В. Г., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П., Попов, А. И.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 2. Электротехнические изделия и устройства; МЭИ, Москва; 2003 (55 экз.)
6. , Орлов, И. Н., Грудинский, П. Г.; Электротехнический справочник : В 3 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (11 экз.)
7. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии; МЭИ, Москва; 2004 (65 экз.)
8. , Герасимов, В. Г., Орлов, И. Н., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П., Попов, А. И., Строева, В. А.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы; МЭИ, Москва; 2003 (47 экз.)
9. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии; МЭИ, Москва; 2004 (58 экз.)
10. Иванов-Смоленский, А. В.; Электрические машины : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 1. ; Издательство МЭИ, Москва; 2004 (25 экз.)
11. Иванов-Смоленский, А. В.; Электрические машины : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 2. ; Высшая школа, Москва; 2004 (25 экз.)
12. Иванов-Смоленский, А. В.; Электрические машины : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. дипломир. специалистов "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" : в 2 т. Т. 1. ; МЭИ, Москва; 2006 (10 экз.)
13. Иванов-Смоленский, А. В.; Электрические машины : учеб. для электромех. и энергет. специальностей вузов.; Энергия, Москва; 1980 (28 экз.)
14. Вольдек, А. И.; Электрические машины; Энергия, Ленинград; 1978 (32 экз.)
15. Вольдек, А. И., Попов, В. В.; Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика".; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2008 (439 экз.)
16. Вольдек, А. И., Попов, В. В.; Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика".; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2007 (17 экз.)
17. Вольдек, А. И., Попов, В. В.; Электрические машины. Машины переменного тока : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика".; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2007 (182 экз.)
18. Вольдек, А. И., Попов, В. В.; Электрические машины. Машины переменного тока : учеб. для студентов вузов, обучающихся по направлению подгот. "Электротехника, электромеханика и электротехнологии" и "Электроэнергетика".; Питер, Москва ; Санкт-Петербург ; Нижний Новгород [и др.]; 2008 (193 экз.)
19. Вольдек, А.И.; Электрические машины; , 1974 (32 экз.)

20. Копылов, И. П.; Электрические машины : учеб. для электромех. и электроэнергет. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2004 (37 экз.)
21. Копылов, И. П.; Электрические машины : [учеб. для электромех. и электроэнергет. специальностей вузов]; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (8 экз.)
22. Копылов, И. П.; Электрические машины : учебник для электромех. и электроэнергет. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2000 (98 экз.)
23. Копылов, И. П.; Электрические машины : учеб. для студентов электромех. и электроэнергет. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2006 (166 экз.)
24. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (9 экз.)
25. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : учеб. пособие для вузов по специальности "Электр. машины".; Энергия, Москва; 1976 (33 экз.)
26. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : учеб. пособие для студентов электротехн. и электромех. специальностей вузов.; Высшая школа А, Минск; 2011 (200 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

lib.urfu.ru - Зональная научная библиотека УрФУ;

study.urfu.ru - Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ;

elar.urfu.ru - Электронный научный архив УрФУ.

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Docs.cntd.ru — электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс».

www.rushydro.ru/ - ПАО «РусГидро».

www.rosseti.ru/ - Публичное акционерное общество «Российские сети» (ПАО «Россети»).

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Дополнительные главы электрических машин и трансформаторов

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Свободное ПО:</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
2	Практические занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Периферийное устройство</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Свободное ПО:</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
3	Лабораторные занятия	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Свободное ПО:</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>
4	Консультации	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Свободное ПО:</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>

5	Текущий контроль и промежуточная аттестация	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Оборудование, соответствующее требованиям организации учебного процесса в соответствии с санитарными правилами и нормами</p>	не требуется
6	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Свободное ПО:</p> <p>Google Chrome, Mozilla Firefox</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Расчет и проектирование трансформаторов

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Малыгин Игорь Вячеславович	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники
2	Мойсейченков Александр Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 3 от 16.05.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Малыгин Игорь Вячеславович, Доцент, электротехники
- Мойсейченков Александр Николаевич, Доцент, электротехники

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение. Основные положения.	Преимущества и области применения трансформаторов. Трансформаторы силовые и специализированного назначения. Требования к характеристикам трансформаторов Проводниковые, изоляционные, конструкционные материалы.
P2	Главные размеры. Обмотки трансформаторов	Основные размеры трансформатора. Типы обмоток и их свойства. Обмотки высокого напряжения – многослойные и спиральные катушечные, их конструкции и расчет. Обмотки низкого напряжения – одно- и двухслойные и винтовые, их конструкция и расчет.
P3	Магнитопроводы трансформаторов	Типы магнитопроводов трансформаторов. Пространственная и плоская магнитные системы. Спросы шихтовки магнитопроводов – с прямыми, косыми стыками и комбинированные. Пакетирование магнитопроводов. Конструкции магнитопроводов.
P4	Расчеты параметров трансформаторов	Параметры обмоток трансформаторов. Активные сопротивления обмоток, их расчет с учетом вытеснения тока. Транспозиция параллельных ветвей. Расчет индуктивных сопротивлений рассеяния обмоток.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-18 - Способен выполнять расчеты электрических схем, конструктивных элементов, электрических и тепловых режимов работы силовых трансформаторов	З-1 - Изложить методики расчета и проектирования силовых трансформаторов У-1 - Устанавливать последовательность действий при расчете и проектировании силовых трансформаторов П-1 - Иметь практический опыт использования методик расчета и проектирования силовых трансформаторов

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет и проектирование трансформаторов

Электронные ресурсы (издания)

1. , Чиликин, М. Г., Голован, А. Т., Грудинский, П. Г., Петров, Г. Н., Федосеев, А. М.; Электротехнический справочник; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1952; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213980> (Электронное издание)
2. Глазырин, В. Е.; Микропроцессорные релейные защиты блока генератор-трансформатор : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2014; <http://www.iprbookshop.ru/45110.html> (Электронное издание)
3. Иевлев, В. И., Долгов, А. Н., Ежков, В. В., Смирнов, А. Д., Устинов, П. И., Васильев, А. А.; Монтаж трансформаторов напряжением 500 кВ; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1961; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=117947> (Электронное издание)
4. Чернев, К. К., Николаева, М. И.; Обслуживание трансформаторов; Энергия, Москва, Ленинград; 1964; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=118051> (Электронное издание)
5. Сапожников, А. В.; Конструирование трансформаторов; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1959; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=220872> (Электронное издание)

6. Щеглов, Н. В.; Современные виды изоляции : учебное пособие. 4. Изоляция силовых трансформаторов; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228782> (Электронное издание)

7. Привалов, Е. Е.; Диагностика оборудования силовых масляных трансформаторов : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2015; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=276293> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Орлов, И. Н., Антика, И. В., Герасимов, В. Г., Грудинский, П. Г., Лабунцов, В. А., Соколов, М. М., Федосеев, А. М., Шихлин, А. Я., Веников, В. А.; Электротехнический справочник : в 3 т. Т. 3: в 2 кн., кн. 1. Производство и распределение электрической энергии ; Энергоатомиздат, Москва; 1988 (18 экз.)

2. , Орлов, И. Н., Герасимов, В. Г., Пешков, И. Б.; Электротехнический справочник : В 3 т. Т. 2. Электротехнические изделия и устройства ; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (10 экз.)

3. , Орлов, И. Н., Елисеев, В. А., Москаленко, В. В., Сиротин, А. А.; Электротехнический справочник : в 3 т. Т. 3, кн. 2. Использование электрической энергии; Энергоатомиздат, Москва; 1988 (15 экз.)

4. , Орлов, И. Н., Москаленко, В. В., Елисеев, В. А., Сиротин, А. А.; Электротехнический справочник : в 3 т. Т. 3, кн. 2. Использование электрической энергии ; Энергоиздат, Москва; 1982 (6 экз.)

5. , Орлов, И. Н., Акимов, Е. Г., Герасимов, В. Г., Жаворонков, В. А., Чунихин, А. А., Акимов, Е. Г., Жаворонков, М.; Электротехнический справочник : В 3 т. Т. 2. Электротехнические устройства ; Энергоиздат, Москва; 1981 (6 экз.)

6. , Орлов, И. Н., Герасимов, В. Г., Грудинский, П. Г., Ершевич, В. В., Жуков, Л. А., Илларионов, Г. А., Петренко, Э. Г.; Электротехнический справочник : в 3 т. Т. 3, кн. 1. Производство, передача и распределение электрической энергии ; Энергия, Москва; 1982 (5 экз.)

7. ; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы; МЭИ, Москва; 1995 (1 экз.)

8. , Орлов, И. Н., Грудинский, П. Г.; Электротехнический справочник : В 3 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы; Энергоатомиздат, Москва; 1985 (11 экз.)

9. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : В 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии; МЭИ, Москва; 2002 (10 экз.)

10. , Орлов, И. Н., Герасимов, В. Г., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П., Попов, А. И.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 2. Электротехнические изделия и устройства; МЭИ, Москва; 2003 (55 экз.)

11. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии; МЭИ, Москва; 2004 (65 экз.)

12. , Герасимов, В. Г., Орлов, И. Н., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П., Попов, А. И., Строева, В. А.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы; МЭИ, Москва; 2003 (47 экз.)

13. , Герасимов, В. Г., Попов, А. И., Дьяков, А. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 4. Использование электрической энергии; МЭИ, Москва; 2004 (58 экз.)

14. , Герасимов, В. Г., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П., Орлов, И. Н., Попов, А. И., Строев, В. А.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 2. ; МЭИ, Москва; 2007 (3 экз.)

15. Герасимов, В. Г., Дьяков, А. Ф., Ильинский, Н. Ф., Лабунцов, В. А., Морозкин, В. П., Орлов, И. Н., Попов, А. И., Строев, В. А.; Электротехнический справочник : в 4 т. Т. 1. Общие вопросы. Электротехнические материалы; МЭИ, Москва; 2007 (3 экз.)
16. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (9 экз.)
17. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : учеб. пособие для вузов по специальности "Электр. машины".; Энергия, Москва; 1976 (33 экз.)
18. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : учеб. пособие для студентов электротехн. и электромех. специальностей вузов.; Высшая школа А, Минск; 2011 (200 экз.)
19. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : учебное пособие для студентов электротехнических и электромеханических специальностей вузов.; URSS, Москва; 2014 (1 экз.)
20. Шабад, М. А.; Защита трансформаторов 10 кВ; Энергоатомиздат, Москва; 1989 (12 экз.)
21. Атабеков, Воскресенский, Д. И.; Ремонт трансформаторов, электрических машин и аппаратов : Учебник для ПТУ.; Высш.шк., Москва; 1994 (9 экз.)
22. Цирель, Я. А., Поляков, В. С.; Эксплуатация силовых трансформаторов на электростанциях и в электросетях; Энергоатомиздат, Ленинград; 1985 (14 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

lib.urfu.ru - Зональная научная библиотека УрФУ

study.urfu.ru - Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Docs.cntd.ru — электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации

Консорциума «Кодекс»

www.rosseti.ru/ - Публичное акционерное общество «Российские сети» (ПАО «Россети»)

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет и проектирование трансформаторов

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Свободное ПО: Google Chrome,

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Mozilla Firefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox
4	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Программные разработки кафедры. Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	не требуется

		<p>соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Доска аудиторная</p>	
7	Самостоятельная работа студентов	<p>Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов</p> <p>Рабочее место преподавателя</p> <p>Персональные компьютеры по количеству обучающихся</p> <p>Подключение к сети Интернет</p>	<p>Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0</p> <p>Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM</p> <p>Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox</p>

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Расчет и проектирование электрических
машин

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Мойсейченков Александр Николаевич	кандидат технических наук, без ученого звания	Доцент	электротехники
2	Тихонова Ольга Валерьевна	без ученой степени, без ученого звания	Старший преподавате ль	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 3 от 16.05.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- **Мойсейченков Александр Николаевич, Доцент, электротехники**
- **Тихонова Ольга Валерьевна, Старший преподаватель, электротехники**

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение	Роль и место электромеханических преобразователей (ЭМП) в промышленности и сельском хозяйстве. Краткая история развития конструкций, технологии, методов проектирования электрических машин
P2	Проектирование электрических машин	Определение главных размеров электрических машин. Электромагнитные нагрузки. Выбор главных размеров машин единых серий. Материалы, применяемые в электромашиностроении. Конструирование и механические расчеты основных деталей электрических машин. Формы исполнения машин по роду монтажа, степени защиты от внешних воздействий и способы охлаждения. Охлаждение электрических машин. Вентиляторы. Методы теплового расчета. Тепловые схемы замещения. Фактор нагрева. Экономически оптимальное проектирование. Постоянные и варьируемые величины. Лимитирующие величины.
P3	Методы выбора и оптимизации проектных решений	Задачи структурной и параметрической оптимизации электрических машин. Независимые переменные, ограничители, критерии оптимальности. Однокритериальная оптимизация. Методы поиска оптимума. Локальный и глобальный оптимум. Многокритериальная оптимизация. Оптимизационные исследования.

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональное воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-19 - Способен выполнять расчеты электрических схем и конструктивных элементов составных частей электромеханического оборудования	З-1 - Изложить методики расчета и проектирования вращающихся электрических машин У-1 - Устанавливать последовательность действий при расчете и проектировании вращающихся электрических машин П-1 - Иметь практический опыт использования методик расчета и проектирования вращающихся электрических машин

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет и проектирование электрических машин

Электронные ресурсы (издания)

1. , Чиликин, М. Г., Голован, А. Т., Грудинский, П. Г., Петров, Г. Н., Федосеев, А. М.; Электротехнический справочник; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1952; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213980> (Электронное издание)
2. ; Электрические машины : практическое пособие.; Изд-во Акад. наук СССР, Москва; 1960; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116422> (Электронное издание)
3. Щеглов, Н. В.; Современные виды изоляции : учебное пособие. 5. Изоляция высоковольтных электрических машин; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228783> (Электронное издание)
4. Щеглов, , Н. В.; Современные виды изоляции. Часть 5. Изоляция высоковольтных электрических

машин : учебное пособие.; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <http://www.iprbookshop.ru/45164.html> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Копылов, И. П., Клоков, Б. К., Морозкин, В. П., Токарев, Б. Ф.; Проектирование электрических машин : учебник для студентов электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2005 (110 экз.)
2. ; Проектирование электрических машин : Учеб. пособие для вузов.; Энергия, Москва; 1980 (34 экз.)
3. ; Проектирование электрических машин : Учеб. пособие для вузов по спец. "Электротехника": В 2 кн. Кн. 1. ; Энергоатомиздат, Москва; 1993 (33 экз.)
4. ; Проектирование электрических машин : Учеб. пособие для вузов по спец. "Электротехника": В 2 кн. Кн. 2. ; Энергоатомиздат, Москва; 1993 (37 экз.)
5. , Копылов, И. П., Морозкин, В. П., Токарев, Б. Ф.; Проектирование электрических машин : учебник для студентов электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2002 (282 экз.)
6. , Копылов, И. П., Клоков, Б. К., Морозкин, В. П., Токарев, Б. Ф.; Проектирование электрических машин : учеб. для студентов электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов.; Юрайт, Москва; 2011 (6 экз.)
7. Гольдберг, О. Д.; Проектирование электрических машин : Учебник для вузов.; Высш.шк., Москва; 1984 (21 экз.)
8. Гольдберг, О. Д., Гурин, Я. С., Свириденко, И. О.; Проектирование электрических машин : Учебник для студентов вузов, обуч. по напр. электротехника, электромеханика и энергетика.; Высшая школа, Москва; 2001 (115 экз.)
9. Гольдберг, О. Д., Гольдберг, О. Д., Свириденко, И. С.; Проектирование электрических машин : учеб. для студентов вузов, обучающихся по электромех. и электротехн. специальностям.; Высшая школа, Москва; 2006 (1 экз.)
10. Абрамов, А. И., Иванов-Смоленский, А. В.; Проектирование гидрогенераторов и синхронных компенсаторов; Высшая школа, Москва; 1978 (44 экз.)
11. Абрамов, А. И., Извеков, В. И., Серихин, Н. А.; Проектирование турбогенераторов : Учеб. пособие для электромех. и электротехн. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 1990 (28 экз.)
12. Абрамов, А. И., Иванов-Смоленский, А. В.; Проектирование гидрогенераторов и синхронных компенсаторов : Учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по специальности "Электромеханика".; Высшая школа, Москва; 2001 (40 экз.)
13. Извеков, В. И., Серихин, Н. А., Абрамов, А. И.; Проектирование турбогенераторов : учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению "Электроэнергетика".; МЭИ, Москва; 2005 (2 экз.)
14. Пинский, Г. Б.; Расчет явнополюсных синхронных машин; Энергоатомиздат, Ленинград; 1984 (9 экз.)
15. Алексеев, А. Е.; Конструкция электрических машин : [учебное пособие для энергетических и электротехнических вузов и факультетов].; Госэнергоиздат, Москва; 1958 (18 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

lib.urfu.ru - Зональная научная библиотека УрФУ

study.urfu.ru - Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Docs.cntd.ru — электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации
Консорциума «Кодекс»
www.rushydro.ru/ - ПАО «РусГидро»

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Расчет и проектирование электрических машин

Сведения об оснащенности дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения
1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox
2	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox, FEMM 4.2 http://www.femm.info/wiki/License
3	Лабораторные занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox, FEMM 4.2

		Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	http://www.femm.info/wiki/License
4	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Компас - 3D, версия 15 Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox, FEMM 4.2 http://www.femm.info/wiki/License
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox
6	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	Не требуется
7	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
Тепловые и гидравлические расчеты в
электрических машинах

Рабочая программа дисциплины составлена авторами:

№ п/п	Фамилия Имя Отчество	Ученая степень, ученое звание	Должность	Подразделение
1	Денисенко Виктор Иванович	доктор технических наук, профессор	Профессор	электротехники

Рекомендовано учебно-методическим советом института Уральский энергетический

Протокол № 3 от 16.05.2022 г.

1. СОДЕРЖАНИЕ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ

Авторы:

- Денисенко Виктор Иванович, Профессор, электротехники

1.1. Технологии реализации, используемые при изучении дисциплины модуля

- Традиционная (репродуктивная) технология
- Разноуровневое (дифференцированное) обучение
 - Базовый уровень

**Базовый I уровень – сохраняет логику самой науки и позволяет получить упрощенное, но верное и полное представление о предмете дисциплины, требует знание системы понятий, умение решать проблемные ситуации. Освоение данного уровня результатов обучения должно обеспечить формирование запланированных компетенций и позволит обучающемуся на минимальном уровне самостоятельности и ответственности выполнять задания;*

Продвинутый II уровень – углубляет и обогащает базовый уровень как по содержанию, так и по глубине проработки материала дисциплины. Это происходит за счет включения дополнительной информации. Данный уровень требует умения решать проблемы в рамках курса и смежных курсов посредством самостоятельной постановки цели и выбора программы действий. Освоение данного уровня результатов обучения позволит обучающемуся повысить уровень самостоятельности и ответственности до творческого применения знаний и умений.

1.2. Содержание дисциплины

Таблица 1.1

Код раздела, темы	Раздел, тема дисциплины*	Содержание
P1	Введение.	Роль и значение гидродинамических и тепловых явлений в электрических машинах (ЭМ). Требования к ЭМ по уровню нагрева. Общая характеристика физических процессов тепловыделения и теплопередачи в ЭМ. Требования к системам охлаждения ЭМ. Основные типы систем охлаждения, их связь с мощностью машин, условиями эксплуатации, степенью защиты.
P2	Основы теории гидравлических и аэродинамических расчетов	Основные понятия и законы аэродинамики и гидравлики Жидкость и ее физические свойства: Понятие о капельных и газообразных жидкостях. Физические свойства жидкостей: плотность, температурное расширение, сжимаемость, вязкость. Понятие об идеальной жидкости. Основные понятия гидростатики: Основные пограничном динамическом слое. Уравнения гидростатики. Гидростатическое давление и его измерение. Основные понятия гидродинамики: Линии и трубки тока. Живое сечение и гидравлический диаметр потока жидкости. Уравнение неразрывности течения. Расход и средняя скорость потока. . Режимы течения жидкости: Ламинарное и турбулентное течение жидкости. Число Рейнольдса. Структура ламинарного и турбулентного потоков. Уравнения гидродинамики: Силы,

		<p>действующие на жидкость при ее движении. Дифференциальное уравнение динамики жидкости. Полное, динамическое и статическое давление в потоке. Уравнение Бернулли для элементарной струйки идеальной и реальной жидкости. Особенности уравнения Бернулли для газа. Важнейшие следствия из уравнения Бернулли. Измерение давлений, скорости и расхода в потоке с помощью пневмометрических трубок.</p> <p>Гидравлические сопротивления</p> <p>Сопротивление трения по длине каналов: Особенности расчетов при ламинарном и турбулентном режимах течения. Влияние шероховатости стенок.</p> <p>Местные гидравлические сопротивления: При изменении площади сечения и направления потоков, при слиянии и разделении потоков.</p> <p>Результирующее гидравлическое сопротивление электрической машины: Закон Адкинсона. Электрогидравлическая аналогия. Эквивалентная схема замещения вентиляционного тракта ЭМ. Составление и преобразование ЭГС. Схемы вентиляции ЭМ. Результирующее сопротивление последовательных и параллельных участков. Рекомендации по снижению гидравлических сопротивлений в системах охлаждения ЭМ.</p>
<p>Р3</p>	<p>Системы охлаждения электрических машин и их расчет.</p>	<p>Типы систем охлаждения электрических машин.</p> <p>Классификация систем охлаждения.</p> <p>Вентиляционные системы электрических машин различных конструктивных типов.</p> <p>Вентиляторы электрических машин.</p> <p>Устройство и принцип действия вентиляторов: Типы вентиляторов. Устройство и принцип работы центробежных и осевых вентиляторов. Особенности встроенных вентиляторов ЭМ.</p> <p>Теория идеального центробежного вентилятора: Теоретический напор вентилятора.</p> <p>Внешние характеристики вентиляторов Внешняя аэродинамическая характеристика и ее расчет, мощность и КПД вентилятора. Способы повышения КПД. Универсальные безразмерные внешние характеристики вентиляторов и их использование при поверочном и проектном вентиляционных расчетах.</p> <p>Вентиляционный расчет электрических машин</p> <p>Задачи вентиляционного расчета.</p> <p>Расчет совместной работы вентилятора и вентиляционного тракта Графический и аналитический методы.</p> <p>Расчет сложных вентиляционных схем: Расчет сложных вентиляционных схем замещения электрических машин с</p>

		несколькими напорными элементами. Использование ЭВМ при гидравлических расчетах.
P4	Основы теории теплопередачи.	<p>Основные положения теории теплопроводности</p> <p>Основные процессы передачи тепла: Теплопроводность, конвективный и лучистый теплообмен. Температурное поле в неподвижной среде. Тепло-вой поток и его плотность.</p> <p>Закон теплопроводности Фурье: Коэффициенты теплопроводности материалов.</p> <p>Дифференциальное уравнение теплопроводности: Вывод уравнения и его упрощенные разновидности. Граничные и начальные условия при решении краевых задач теплопроводности. Коэффициент теплоотдачи и формула Ньютона-Рихмана.</p> <p>Основы расчета температурных полей в твердом теле</p> <p>Стационарная теплопроводность: Стационарные одномерные температурные поля в плоской стенке. Понятие о тепловом сопротивлении и тепловой проводимости.</p> <p>Аналитические и численные методы расчета: Аналитический метод расчета стационарного двухмерного температурного поля. Приближенный метод Зодерберга.</p> <p>Расчет коэффициентов теплоотдачи при конвективном и лучистом тепло-обмене:</p> <p>Конвективный теплообмен: Конвективный теплоперенос.</p> <p>Теория физического подобия: Сущность теории физического подобия и цели, достигаемые при его использовании. Применение теории физического подобия к расчету теплоотдачи. Естественная конвекция.</p> <p>Критериальные уравнения конвективной теплоотдачи: Критериальные уравнения для основных случаев естественной и вынужденной конвекции. Расчет коэффициентов теплоотдачи для различных элементов электрических машин по критериальным уравнениям. Эмпирические формулы для непосредственного определения коэффициентов теплоотдачи и ограничивающие условия их применения. Способы интенсификации конвективной теплоотдачи.</p> <p>Тепловое излучение: Физическая сущность теплового излучения. Расчет ко-эффициента теплоотдачи излучением с помощью закона Стефана–Больцмана. Результирующий коэффициент теплоотдачи при совместном действии конвекции и излучения в электрических машинах.</p>
P5	Тепловые расчеты электрических машин.	<p>Задачи и методы теплового расчета</p> <p>Задачи тепловых расчетов ЭМ: Исходные данные для расчетов: распределе-ние потерь, геометрических размеры основных частей, теплофизические свой-ства материалов, расходы и</p>

		<p>скорости охлаждающих сред. Роль теплового расчета в проектировании ЭМ.</p> <p>Методы тепловых расчетов. Метод тепловых параметров</p> <p>Тепловые расчеты на основе метода температурного поля: Пример расчета распределения температуры в обмотке и сердечнике трансформатора аналитическими методами.</p> <p>Принцип расчета тепловых сопротивлений</p> <p>Метод эквивалентных тепловых схем. Тепловые схемы электрических машин защищенного исполнения: Сущность метода эквивалентных тепло-вых схем и его связь с методом поля. Построение тепловых схем статоров и роторов машин переменного тока, якорей и индукторов машин постоянного тока.</p> <p>Тепловые схемы электрических машин закрытого исполнения.</p> <p>Система уравнений теплового баланса для тепловых схем и способы их решения: Аналогия между тепловыми и электрическими схемами. Примени-мость методов расчета электрических схем постоянного тока к тепловым схемам. Системы управления теплового баланса и способы их решения. Примене-ние вычислительной техники для расчета сложных тепловых схем.</p> <p>Нестационарные тепловые расчеты электрических машин</p> <p>Классическая теория нестационарного теплового процесса: Классическая теория нестационарного теплового процесса в электрической машине. Система дифференциальных уравнений теплового баланса элементов ЭМ при нестационарном тепловом режиме. Постоянные времени теплового процесса. Нестационарный нагрев в стандартных режимах работы электрических машин.</p>
Р6	Заключение.	Новые направления развития и интенсификации охлаждения электрических машин.

1.3. Направление, виды воспитательной деятельности и используемые технологии

Таблица 1.2

Направление воспитательной деятельности	Вид воспитательной деятельности	Технология воспитательной деятельности	Компетенция	Результаты обучения
Профессиональн ое воспитание	учебно-исследовательская, научно-исследовательская	Технология самостоятельной работы	ПК-20 - Способен выполнять расчеты электрических и тепловых режимов работы составных частей электромеханического оборудования	З-1 - Объяснять роль и значение тепловых, гидравлических и аэродинамических явлений в электрических машинах

				<p>У-1 - Обосновать целесообразность применения различных систем охлаждения и конструкций их элементов</p> <p>П-1 - Выполнять тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты процессов, происходящих в электрических машинах</p>
--	--	--	--	---

1.4. Программа дисциплины реализуется на государственном языке Российской Федерации .

2. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах

Электронные ресурсы (издания)

1. , Чиликин, М. Г., Голован, А. Т., Грудинский, П. Г., Петров, Г. Н., Федосеев, А. М.; Электротехнический справочник; Государственное энергетическое издательство, Москва, Ленинград; 1952; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=213980> (Электронное издание)
2. Щеглов, Н. В.; Современные виды изоляции : учебное пособие. 4. Изоляция силовых трансформаторов; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2011; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228782> (Электронное издание)
3. Щеглов, Н. В.; Современные виды изоляции : учебное пособие. 5. Изоляция высоковольтных электрических машин; Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск; 2013; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228783> (Электронное издание)
4. ; Электротехнические материалы : практическое пособие.; Наука, Москва; 1969; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=116424> (Электронное издание)
5. Привалов, Е. Е.; Электротехнические материалы систем электроснабжения : учебное пособие.; Директ-Медиа, Москва, Берлин; 2016; <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=436753> (Электронное издание)

Печатные издания

1. , Копылов, И. П., Клоков, Б. К., Морозкин, В. П., Токарев, Б. Ф.; Проектирование электрических машин : учебник для студентов электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2005 (110 экз.)
2. ; Проектирование электрических машин : Учеб. пособие для вузов.; Энергия, Москва; 1980 (34 экз.)
3. ; Проектирование электрических машин : Учеб. пособие для вузов по спец. "Электротехника": В 2 кн. Кн. 1. ; Энергоатомиздат, Москва; 1993 (33 экз.)

4. ; Проектирование электрических машин : Учеб. пособие для вузов по спец. "Электротехника": В 2 кн. Кн. 2. ; Энергоатомиздат, Москва; 1993 (37 экз.)
5. , Копылов, И. П., Морозкин, В. П., Токарев, Б. Ф.; Проектирование электрических машин : учебник для студентов электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов.; Высшая школа, Москва; 2002 (282 экз.)
6. , Копылов, И. П., Клоков, Б. К., Морозкин, В. П., Токарев, Б. Ф.; Проектирование электрических машин : учеб. для студентов электромехан. и электроэнергет. специальностей вузов.; Юрайт, Москва; 2011 (6 экз.)
7. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : Учеб. пособие для вузов.; Энергоатомиздат, Москва; 1986 (9 экз.)
8. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : учеб. пособие для вузов по специальности "Электр. машины".; Энергия, Москва; 1976 (33 экз.)
9. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : учеб. пособие для студентов электротехн. и электромех. специальностей вузов.; Высшая школа А, Минск; 2011 (200 экз.)
10. Тихомиров, П. М.; Расчет трансформаторов : учебное пособие для студентов электротехнических и электромеханических специальностей вузов.; URSS, Москва; 2014 (1 экз.)
11. Сипайлов, Г. А., Жадан, В. А., Санников, Д. И.; Тепловые, гидравлические и аэродинамические расчеты в электрических машинах : Учебник для вузов по специальности "Электромеханика".; Высшая школа, Москва; 1989 (48 экз.)

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

lib.urfu.ru - Зональная научная библиотека УрФУ

study.urfu.ru - Портал информационно-образовательных ресурсов УрФУ

Материалы для лиц с ОВЗ

Весь контент ЭБС представлен в виде файлов специального формата для воспроизведения синтезатором речи, а также в тестовом виде, пригодном для прочтения с использованием экранной лупы и настройкой контрастности.

Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

Docs.cntd.ru — электронный фонд нормативно-технической и нормативно-правовой информации Консорциума «Кодекс»

3. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тепловые и гидравлические расчеты в электрических машинах

Сведения об оснащении дисциплины специализированным и лабораторным оборудованием и программным обеспечением

Таблица 3.1

№ п/п	Виды занятий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения

1	Лекции	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox.
2	Самостоятельная работа студентов	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox.
3	Текущий контроль и промежуточная аттестация	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная	не требуется
4	Практические занятия	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mathcad Education - University Edition (50 pack), Prime 3.0 Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox.
5	Консультации	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Доска аудиторная Подключение к сети Интернет	Свободное ПО: Google Chrome, Mozilla Firefox.
6	Курсовая работа/ курсовой проект	Мебель аудиторная с количеством рабочих мест в	Office Professional 2003 Win32 Russian CD-ROM Свободное ПО: Google Chrome,

		соответствии с количеством студентов Рабочее место преподавателя Персональные компьютеры по количеству обучающихся Подключение к сети Интернет	Mozilla Firefox.
--	--	---	------------------