

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Директор ИШЭ

Матвеев А.С.

«30» июня 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

ПРИЕМ 2019 г.

ФОРМА ОБУЧЕНИЯ заочная

Теоретические основы электротехники 2.1			
Направление подготовки Образовательная программа Специализация Уровень образования	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника		
	Электроэнергетика		
	Электроснабжение		
	высшее образование - бакалавриат		
Курс	3	семестр	5
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции		6
	Практические занятия		6
	Лабораторные занятия		8
	ВСЕГО		20
Самостоятельная работа, ч		196	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ ИШЭ
И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения на правах кафедры			Ивашутенко А.С.
Руководитель ООП			Шестакова В.В.
Преподаватель			Колчанова В.А.

2020 г.

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-3	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	И.ОПК(У)-3.1.	Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	ОПК(У)-3.1В1	Владеет опытом расчета установившихся режимов и переходных процессов линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
				ОПК(У)-3.1У1	Умеет применять методы расчета установившихся режимов и переходных процессов в линейных и нелинейных цепях постоянного и переменного тока
				ОПК(У)-3.131	Знает основные понятия и законы теории линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
		И.ОПК(У)-3.2	Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	ОПК(У)-3.2В1	Владеет методами анализа установившихся и переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях.
				ОПК(У)-3.2У1	Умеет использовать аналитические и численные методы для анализа нелинейных цепей с распределенными параметрами;
				ОПК(У)-3.231	Знает основные понятия и законы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.
				ОПК(У)-3.2У2	Умеет применять методы расчета электромагнитных полей при различных граничных условиях
ОПК(У)-5	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	И.ОПК(У)-5.1	Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	ОПК(У)-5.1В2	Владеет опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований
				ОПК(У)-5.1У2	Умеет проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов
				ОПК(У)-5.133	Знает типовые измерительные приборы и установки, используемые при экспериментах

2. Место дисциплины (модуля) в структуре ООП

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 учебного плана образовательной программы.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Применять знания электротехники для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем. Применять методы расчета установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях	И.ОПК(У)-3.1
РД2	Использовать современные технические средства и компьютерные для коммуникации, презентации, составления отчетов в электротехнике.	И.ОПК(У)-5.1
РД3	Уметь планировать и проводить экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик электрических цепей, интерпретировать данные и делать выводы	И.ОПК(У)-5.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.

4. Структура и содержание дисциплины

Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности ¹	Объем времени, ч.
Раздел 1. Переходные процессы в линейных электрических цепях	РД1, РД2, РД3	Лекции	10
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	10
		Самостоятельная работа	34
Раздел 2. Установившийся и переходный режимы нелинейных цепей	РД1, РД2, РД3	Лекции	10
		Практические занятия	10
		Лабораторные занятия	8
		Самостоятельная работа	34
Раздел 3. Электрические цепи с распределенными параметрами (длинные линии)	РД1, РД2,	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	—
		Самостоятельная работа	30
Раздел 4. Электромагнитное поле	РД1, РД2, РД3	Лекции	6
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	30

Содержание разделов дисциплины:

Раздел 1.

Переходные процессы в электрических цепях. Законы коммутации. Классический метод. Принужденные и свободные составляющие напряжений и токов, корни характеристического уравнения, независимые и зависимые начальные условия. Постоянная времени и длительность переходного процесса. Аперiodический, критический и колебательный режимы переходного процесса в цепях второго порядка. Обобщенные законы коммутации. Операторный метод. Преобразования Лапласа. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Комбинированный (операторно-классический) метод. Переходные и импульсные характеристики. Уравнения состояния и численные расчеты с использованием

ПК.

Темы лекций:

1. Классический метод расчета переходных процессов.
2. Классический метод расчета переходных процессов при гармонических напряжениях и токах.
3. Операторный метод расчета переходных процессов в линейных цепях.
4. Переходные и импульсные характеристики пассивных линейных цепей. Интеграл Дюамеля.
5. Метод переменных состояния.

Темы практических занятий:

1. Расчёт независимых начальных условий, зависимых начальные условия, определение принуждённых составляющих токов и напряжений.
2. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом в цепи первого порядка.
3. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом при гармонических напряжениях и токах.
4. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом в цепи второго порядка.
5. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях операторным методом.
6. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях комбинированным (операторно-классическим) методом.
7. Определение переходных и импульсных характеристик пассивных линейных цепей. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях интегралом Дюамеля.
8. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях методом переменных состояния.

Названия лабораторных работ:

1. Переходные процессы в простейших цепях.
2. Изучение обобщенных законов коммутации.
3. Исследование колебательного переходного процесса в цепи 2-го порядка.
4. Исследование аperiodического переходного процесса в цепи 2-го порядка.

Раздел 2. Установившийся и переходный режимы нелинейных цепей
--

Нелинейные резистивные элементы. Расчет нелинейных резистивных цепей (НЦ) методом эквивалентного генератора, графическим сложением характеристик, методами итераций и линеаризации. Нелинейные индуктивные элементы. Расчет магнитных цепей (МЦ). Законы Кирхгофа для МЦ. Неразветвленная и разветвленная МЦ. Метод двух узлов. Нелинейные емкостные элементы. Метод эквивалентных синусоид. Резонансные явления: феррорезонансы напряжений и токов. Стабилизаторы переменного напряжения.

Особенности переходных процессов в НЦ. Метод условной линеаризации и последовательных интервалов, метод переменных состояния.

Темы лекций:

6. Нелинейные резистивные элементы.
7. Нелинейные индуктивные элементы.
8. Нелинейные емкостные элементы.
9. Метод эквивалентных синусоид.
10. Особенности переходных процессов в нелинейных электрических цепях.

Темы практических занятий:

1. Расчет нелинейных резистивных цепей при постоянных и переменных напряжениях и токах.
2. Расчет магнитных цепей.
3. Расчет нелинейных цепей методом эквивалентных синусоид.
4. Расчет переходных процессов в нелинейных электрических цепях.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование нелинейных цепей постоянного тока .
2. Исследование нелинейных цепей переменного тока .
3. Катушка с ферромагнитным сердечником в цепи источника гармонического напряжения.
4. Исследование цепей с электрическими вентилями.

Раздел 3. Электрические цепи с распределенными параметрами (длинные линии)

Примеры цепей с распределенными параметрами (ЦРП). Уравнения однородной линии в частных производных. Решение уравнений однородной линии при установившемся синусоидальном режиме. Волновое сопротивление и постоянная распространения, коэффициенты затухания и фазы, фазовая скорость и длина волны. Распределение действующих значений напряжения и тока, а также мощности вдоль ЦРП. Бегущие волны. Режимы ЦРП. Линии без искажения и потерь. Режимы линий без потерь.

Переходные процессы в ЦРП. Решение уравнений однородной линии без потерь в переходном режиме. Падающая и отраженная волны. Коэффициент отражения.

Темы лекций:

11. Однородные линии при установившемся синусоидальном режиме.
12. Линии без искажения и потерь. Режимы линий без потерь .
13. Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами.

Темы практических занятий:

1. Расчет цепей с распределенными параметрами в установившемся режиме.
2. Расчет распределения напряжения и тока вдоль линии при переходном процессе.

Раздел 4. Электромагнитное поле
--

Параметры и уравнения электромагнитного поля (ЭМП). Граничные условия в электромагнитном поле. Вектор Пойнтинга.

Электростатическое. Закон Кулона. Напряженность и потенциал. Энергия и емкость. Теорема Гаусса в дифференциальной и интегральной форме, уравнения Лапласа и Пуассона.

Параметры и уравнения электрического поля постоянного тока в проводящей среде. Граничные условия. Токи утечки. Электрическое поле токов растекания в земле.

Параметры и уравнения магнитного поля постоянного тока. Вихревое и потенциальное магнитное поле. Граничные условия. Скалярный и векторный потенциалы.

Темы лекций:

14. Параметры и уравнения электромагнитного поля. Граничные условия в электромагнитном поле. Вектор Пойнтинга.
15. Электростатическое поле как частный вид электромагнитного поля.
16. Магнитное поле как частный вид электромагнитного поля.

Темы практических занятий:

1. Расчет электростатических полей методом наложения, зеркальных изображений, применение теоремы Гаусса, интегрирование уравнений Лапласа и Пуассона.
2. Расчет магнитных полей с применением закона полного тока в интегральной и дифференциальной формах, методом наложения и зеркальных изображений,

интегрирование уравнения Пуассона для векторного магнитного потенциала, интегрирование уравнения Лапласа для скалярного магнитного потенциала.

Названия лабораторных работ:

1. Исследование электрического поля постоянного тока в проводящих листах.
2. Исследование взаимной индуктивности кольцевых катушек.
3. Исследование электростатического поля многопроводной линии.

5. Организация самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины (модуля) предусмотрена в следующих видах и формах:

- Работа с лекционным материалом, поиск и обзор литературы и электронных источников информации;
- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Выполнение расчетно-графических работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1. Учебно-методическое обеспечение

Основная литература:

1. Демирчян К. С. Теоретические основы электротехники учебник для вузов: / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин . — 5-е изд. . — СПб. : Питер , 2009 Т. 1 . — 2009. — 512 с.: ил.. — Алфавитный указатель: с. 507-512. — ISBN 978-5-388-00410-9.
2. Демирчян К. С . Теоретические основы электротехники учебник для вузов: / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин . — 5-е изд. . — СПб. : Питер , 2009 Т. 2 . — 2009. — 432 с.: ил.. — Алф. указ.: с. 427-431. — ISBN 978-5-388-00411-6.
3. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле : учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / Л. А. Бессонов. — 11-е изд.. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Юрайт, 2014. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Бакалавр. Базовый курс. —Бакалавр. Углубленный курс. —Электронные учебники издательства Юрайт. — Электронная копия печатного издания. —Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2399.pdf>

Дополнительная литература:

4. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для бакалавров [Электронный ресурс] / Л. А. Бессонов. — 11-е изд.. — Мультимедиа ресурсы (10 директорий; 100 файлов; 740MB). — Москва: Юрайт, 2013. — 1 Мультимедиа CD-ROM. — Бакалавр. Базовый курс. —Бакалавр. Углубленный курс. —Электронные учебники издательства Юрайт. — Электронная копия печатного издания. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2013/FN/fn-2400.pdf>
5. Носов Г. В. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] учебное пособие: / Г. В. Носов, Е. О. Кулешова, В. А. Колчанова ; Национальный

исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Томск : Изд-во ТПУ, 2011- Ч. 1. Установившийся режим в линейных цепях . — 1 компьютерный файл (pdf; 2.0 MB). — 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Электронная версия печатной публикации. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m184.pdf>

6. Носов Г. В. Теоретические основы электротехники [Электронный ресурс] учебное пособие: / Е. О. Кулешова, Г. В. Носов, В. А. Колчанова ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ), Энергетический институт (ЭНИИ), Кафедра электрических сетей и электротехники (ЭСиЭ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2013 — Ч. 2 . — 1 компьютерный файл (pdf; 2.4 MB). — 2014. — Заглавие с титульного экрана. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m322.pdf>

7. Потапов Л. А. Теоретические основы электротехники: краткий курс : учебное пособие / Л. А. Потапов. — Санкт-Петербург : Лань, 2016. — 376 с. — ISBN 978-5-8114-2089-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/76282> (дата обращения: 26.03.2020)

Купцов А. М. Теоретические основы электротехники. Решения типовых задач [Электронный ресурс] учебное пособие: / А. М. Купцов ; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ) . — Томск : Изд-во ТПУ , 2011- Ч. 3: Основы теории электромагнитного поля . — 1 компьютерный файл (pdf; 3.8 MB). — 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m304.pdf>

6.2. Информационное и программное обеспечение

Электронный курс «Теоретические основы электротехники 2.1.»

<http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=431>

Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы доступны по ссылке:

<https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

Лицензионное программное обеспечение (в соответствии с **Перечнем лицензионного программного обеспечения ТПУ**):

1. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
2. Document Foundation LibreOffice;
3. Cisco Webex Meetings\$
4. Mathcad 15 Academic Floating
5. Multisim 13.0 (vap.tpu.ru)

7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее оборудование:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной	компьютер- 1 шт., проектор – 1 шт. Доска аудиторная настенная - 2 шт.; Комплект учебной мебели на 134 посадочных мест

	аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 301	
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 346	Компьютер - 1 шт.; Телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 46 посадочных мест
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 261	Компьютер - 1 шт. Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Стол лабораторный - 14 шт.; Учебно-лабораторный комплекс "Теоретические основы электротехники" - 9 шт.

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электроэнергетика» по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» / специализация «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем» (прием 2019 г., заочная форма обучения).

Разработчик:

Должность	Степень, звание	ФИО
Доцент ОЭЭ	к.т.н., доцент	Колчанова В.А.

Программа одобрена на заседании отделения Электроэнергетики и электротехники ИШЭ (протокол от 27.06.2019 г. № 6)

И.о. заведующего кафедрой –

руководителя отделения на правах кафедры,
к.т.н.



_____ А.С. Ивашутенко

Лист изменений рабочей программы дисциплины:

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ
2020/2021 учебный год	1. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем.	От 25.06.2020 г. № 6
2021/2022 учебный год	1. Обновлены цели и результаты освоения дисциплины 2. Обновлено ПО в рабочей программе дисциплины 3. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 4. Обновлен список литературы 5. Обновлено содержание разделов дисциплины.	От 11.05.2021 г. № 6/1
2022/2023 учебный год	1. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем. 2. Обновлено содержание разделов дисциплины.	От 29.06.2022 г. № 6

Приложение

Обновить пункт «1. Цели освоения дисциплины» и «3. Планируемые результаты обучения по дисциплине» настоящей рабочей программы и изложить в следующей редакции:

1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 5 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код индикатора	Наименование индикатора достижения	Код	Наименование
ОПК(У)-4	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин	И.ОПК(У)-4.1.	Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока, переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока.	ОПК(У)-4.1В1	Владеет опытом расчета установившихся режимов и переходных процессов линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
				ОПК(У)-4.1У1	Умеет применять методы расчета установившихся режимов и переходных процессов в линейных и нелинейных цепях постоянного и переменного тока
				ОПК(У)-4.1З1	Знает основные понятия и законы теории линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
		И.ОПК(У)-4.2	Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами	ОПК(У)-4.2В1	Владеет методами анализа установившихся и переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях.
				ОПК(У)-4.2У1	Умеет использовать аналитические и численные методы для анализа нелинейных цепей с распределенными параметрами;
				ОПК(У)-4.2З1	Знает основные понятия и законы теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами.
				ОПК(У)-4.2У2	Умеет применять методы расчета электромагнитных полей при различных граничных условиях
				ОПК(У)-4.2З2	Знает основные понятия и законы теории электромагнитного поля и его частных видов
ОПК(У)-6	Способен проводить измерения электрических и неэлектрических величин применительно к объектам профессиональной деятельности	И.ОПК(У)-6.1	Выбирает средства измерения, проводит измерения электрических и неэлектрических величин, обрабатывает результаты измерений и оценивает их погрешность	ОПК(У)-6.1В2	Владеет опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований
				ОПК(У)-6.1У2	Умеет проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов
				ОПК(У)-6.1З3	Знает типовые измерительные приборы и установки, используемые при экспериментах

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

После успешного освоения дисциплины будут сформированы результаты обучения:

Планируемые результаты обучения по дисциплине		Индикатор достижения компетенции
Код	Наименование	
РД1	Применять знания электротехники для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем. Применять методы расчета установившихся процессов в линейных и нелинейных электрических цепях	И.ОПК(У)-4.1

РД2	Использовать современные технические средства и компьютерные для коммуникации, презентации, составления отчетов в электротехнике.	И.ОПК(У)-6.1
РД3	Уметь планировать и проводить экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик электрических цепей, интерпретировать данные и делать выводы	И.ОПК(У)-6.1

Оценочные мероприятия текущего контроля и промежуточной аттестации представлены в календарном рейтинг-плане дисциплины.