

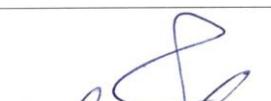
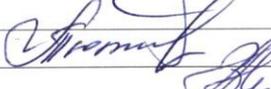
МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
 Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
 «НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
 ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИИЭ  
  
 А.С. Матвеев  
 « 29 06 » 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2017 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

<b>Теоретические основы электротехники 2.1</b>			
Направление подготовки/ специальность	<b>13.03.02 Электроэнергетика и электротехника</b>		
Образовательная программа (направленность (профиль))	<b>Электротехника</b>		
Специализация	Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений		
Уровень образования	высшее образование - бакалавриат		
Курс	2	семестр	4
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6		
Виды учебной деятельности	Временной ресурс		
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32	
	Практические занятия	48	
	Лабораторные занятия	16	
	ВСЕГО	96	
Самостоятельная работа, ч		120	
ИТОГО, ч		216	

Вид промежуточной аттестации	<b>Экзамен</b>	Обеспечивающее подразделение	<b>ОЭЭ</b>
---------------------------------	----------------	---------------------------------	------------

И.о. заведующего кафедрой - руководителя отделения на правах кафедры ОЭЭ Руководитель ООП Преподаватель		А.С. Ивашутенко
		П.В. Тютева
		В.А. Колчанова

2020 г.

## 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины является формирование у обучающихся определенного ООП (п. 6 Общей характеристики ООП) состава компетенций для подготовки к профессиональной деятельности.

Код компетенции	Наименование компетенции	Результаты освоения ООП	Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенций)	
			Код	Наименование
ОПК(У)-2	Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделировании, теоретического, экспериментального исследования при решении профессиональных задач	Р7, Р11	ОПК(У)-2.В18	Владеет опытом работы с приборами и установками для экспериментальных исследований
			ОПК(У)-2.У21	Умеет проводить эксперименты по заданным методикам с последующей обработкой и анализом результатов
			ОПК(У)-2.325	Знает типовые стандартные измерительные приборы, устройства, аппараты, программные средства, используемые при экспериментах
ОПК(У)-3.	Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей	Р7, Р11	ОПК(У)-3.В1	Владеет опытом расчета установившихся режимов и переходных процессов линейных
			ОПК(У)-3.В2	Владеет опытом расчета электрических цепей с распределенными параметрами
			ОПК(У)-3.У1	Умеет применять методы расчета установившихся режимов и переходных процессов в линейных и нелинейных цепях постоянного и переменного тока
			ОПК(У)-3.У2	Умеет использовать методы расчета электрических цепей с распределенными параметрами
			ОПК(У)-3.У3	Умеет применять методы расчета электромагнитных полей при различных граничных условиях
			ОПК(У)-3.31	Знает основные понятия и законы теории линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного тока
			ОПК(У)-3.32	Знает основные понятия и законы электрических цепей с распределенными параметрами
			ОПК(У)-3.33	Знает основные понятия и законы теории электромагнитного поля и его частных видов

## 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 анализа режимов работы электрических устройств, объектов, систем, а также расчета установившихся и переходных процессов в линейных и нелинейных электрических цепях	ОПК(У)-3
РД2	Уметь планировать и проводить экспериментальные исследования, связанные с определением параметров и характеристик элементов электрических цепей	ОПК(У)-2
РД3	Интерпретировать расчетные и экспериментальные данные, делать выводы, составлять отчеты с использованием современных технических и компьютерных средств	ОПК(У)-2

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	Объем времени, ч.
<b>Раздел 1. Переходные процессы в линейных электрических цепях</b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	<b>10</b>
		Практические занятия	<b>16</b>
		Лабораторные занятия	<b>8</b>
		Самостоятельная работа	<b>30</b>
<b>Раздел 2. Установившийся и переходный режимы нелинейных цепей</b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	<b>10</b>
		Практические занятия	<b>16</b>
		Лабораторные занятия	<b>6</b>
		Самостоятельная работа	<b>30</b>
<b>Раздел 3. Электрические цепи с распределенными параметрами (длинные линии)</b>	РД1, РД2,	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные занятия	
		Самостоятельная работа	<b>30</b>
<b>Раздел 4. Электромагнитное поле</b>	РД1, РД2, РД3	Лекции	<b>6</b>
		Практические занятия	<b>8</b>
		Лабораторные занятия	<b>2</b>
		Самостоятельная работа	<b>30</b>

Содержание разделов дисциплины:

#### Раздел 1. Переходные процессы в линейных электрических цепях

Переходные процессы в электрических цепях. Коммутация и скачкообразное изменение напряжений и токов. Законы коммутации. Условия возникновения переходных процессов. Линейные дифференциальные уравнения. Классический метод расчета переходных процессов. Принужденные и свободные составляющие напряжений и токов, корни характеристического уравнения, независимые и зависимые начальные условия. Особенности расчета переходных процессов в цепях первого порядка. Постоянная времени и длительность переходного процесса. Аперiodический, критический и колебательный режимы переходного процесса в цепях второго порядка. Угловая частота свободных колебаний. Обобщенные законы коммутации.

Операторный метод расчета переходных процессов в линейных цепях. Преобразования Лапласа, операторные изображения основных функций и теорема разложения для отыскания

оригинала по известному операторному изображению функций. Операторные схемы замещения линейных элементов.

Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Комбинированный (операторно-классический) метод расчета переходных процессов. Переходные и импульсные характеристики пассивных линейных цепей. Единичная функция и единичный импульс. Расчет напряжений и токов при прямоугольных импульсах и при воздействии на цепь импульсов напряжения или тока произвольной формы.

Уравнения состояния в сложных цепях высокого порядка 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 переходных процессов в линейных электрических цепях классическим методом.
2. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях операторным методом.
3. Расчёт переходных процессов в линейных электрических цепях интегралом Дюамеля.
4. 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.

<b>Раздел 2. Установившийся и переходный режимы нелинейных цепей</b>
--

Нелинейные резистивные элементы: двухполюсные и многополюсные, пассивные и активные, неуправляемые и управляемые, инерционные и безынерционные. Безынерционные элементы как источники высших гармоник в электрических цепях. Симметричные и несимметричные, статические и динамические вольтамперные характеристики. Вольтамперные характеристики для действующих значений. Вольтамперные характеристики лампы накаливания, полупроводникового диода, транзистора, вакуумного триода, бареттера, термистора и других нелинейных резистивных элементов. Статическое и дифференциальное сопротивления. Расчет нелинейных резистивных цепей при постоянных и переменных напряжениях и токах методом эквивалентного генератора, графическим сложением характеристик, методами итераций и линеаризации.

Нелинейные индуктивные элементы. Веберамперные характеристики. Статическая и дифференциальная индуктивности. Магнитные цепи нелинейных индуктивных элементов. Напряженность и индукция магнитного поля, магнитный поток, потокосцепление, петля гистерезиса, основная кривая намагничивания. Кривая размагничивания постоянного магнита. Потери на гистерезис и вихревые токи. Шихтованные магнитопроводы. Расчет магнитных цепей нелинейных индуктивных элементов. Законы Кирхгофа для магнитной цепи. Неразветвленная и разветвленная магнитная цепь. Метод двух узлов в расчете

разветвленных магнитных цепей. Расчет электрических цепей с линейными и нелинейными индуктивными элементами. Аппроксимация веберамперных характеристик. Нелинейный индуктивный элемент как безынерционный элемент – источник высших гармоник в электрической цепи.

Нелинейные емкостные элементы: вариконды и варикапы. Кулонвольтовые характеристики и их аппроксимация. Статическая и дифференциальная емкости. Расчет электрических цепей с линейными и нелинейными емкостными элементами. Нелинейный емкостный элемент – источник высших гармоник в электрических цепях.

Метод эквивалентных синусоид как приближенный метод расчета установившегося режима в нелинейных цепях с резистивными, индуктивными и емкостными элементами. Резонансные явления в нелинейных цепях: феррорезонансы напряжений и токов. Стабилизаторы переменного напряжения.

Особенности переходных процессов в нелинейных электрических цепях. Приближенный расчет переходных процессов в нелинейных цепях методами условной линеаризации и последовательных интервалов. Численный расчет переходных процессов в нелинейных цепях на ЭВМ методом 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. Уравнения однородной линии в частных производных. Решение уравнений однородной линии при установившемся синусоидальном режиме. Волновое сопротивление и постоянная распространения, коэффициенты затухания (ослабления) и фазы, фазовая скорость и длина волны. Распределение действующих значений напряжения и тока, а также мощности вдоль цепи с распределенными параметрами. Бегущие волны. Режимы цепей с распределенными параметрами. Линии без искажения и потерь. Режимы линий без потерь.

Переходные процессы в цепях с распределенными параметрами. Решение уравнений однородной линии без потерь в переходном режиме. Падающая и отраженная волны. Коэффициент отражения. Расчет распределения напряжения и тока вдоль линии при переходном процессе.

**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

<b>Раздел 4. Электромагнитное поле</b>
--

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

Электростатическое поле как частный вид электромагнитного поля. Закон Кулона. Напряженность и потенциал. Энергия и емкость. Теорема Гаусса в дифференциальной и интегральной форме, уравнения Лапласа и Пуассона. Граничные условия. Электростатическое поле заряженных осей. Графическое изображение картины электростатического поля. Задачи расчета электростатического поля в электроэнергетике. Методы расчета электростатических полей: наложения, зеркальных изображений, применение теоремы Гаусса, интегрирование уравнений Лапласа и Пуассона. Группы формул Максвелла, потенциальные и емкостные коэффициенты (коэффициенты электростатической индукции), частичные емкости. Емкости двухпроводной и трехпроводной линий с учетом влияния поверхности земли. Электростатическое поле двух параллельных разноименно заряженных цилиндров.

Уравнения электрического поля постоянного тока в проводящей среде. Параметры электрического поля - плотность тока, напряженность, потенциал. Граничные условия. Аналогия между электрическим полем в проводящей среде и электростатическим полем. Электрическое поле токов утечки через несовершенную изоляцию. Электрическое поле токов растекания в земле. Графическое изображение картины электрического поля постоянного тока в проводящей среде.

Магнитное поле как частный вид электромагнитного поля. Параметры и уравнения магнитного поля постоянного тока. Вихревое и потенциальное магнитное поле. Граничные условия. Скалярный и векторный потенциалы магнитного поля. Энергия магнитного поля. Графическое изображение картины магнитного поля. Методы расчета магнитных полей: применение закона полного тока в интегральной и дифференциальной формах, методы наложения и зеркальных изображений, интегрирование уравнения Пуассона для векторного магнитного потенциала, интегрирование уравнения Лапласа для скалярного магнитного потенциала. Расчеты магнитных потоков, индуктивностей и сил в магнитном поле. Магнитное поле и индуктивности двух- и трехпроводной линий. Магнитное поле и индуктивность коаксиального кабеля.

**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 в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку;
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах;
- 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; 740МВ). — 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; 740МВ). — 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 МВ). — 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 МВ). — 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: 26.03.2017)
8. 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 МВ). — 2011. — Заглавие с титульного экрана. — Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2012/m304.pdf>

## 6.2. Информационное и программное обеспечение

1. Среда электронного обучения ТПУ. 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. Google Chrome
2. Microsoft Office 2013 Standard Russian Academic;
3. Adobe Acrobat Reader DC
4. Document Foundation LibreOffice
5. PTC Mathcad 15 Academic Floating (установлено на [vap.tpu.ru](http://vap.tpu.ru))

## 7. Особые требования к материально-техническому обеспечению дисциплины

В учебном процессе используется следующее лабораторное оборудование для практических и лабораторных занятий:

№	Наименование специальных помещений	Наименование оборудования
1.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 101	Комплект оборудования для проведения занятий: Компьютер - 1 шт.; Проектор - 2 шт.  Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 140 посадочных мест;
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной	Комплект оборудования для проведения занятий: Компьютер - 1 шт.;

	аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7 345	Телевизор - 1 шт. Доска аудиторная настенная - 1 шт.; Комплект учебной мебели на 32 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	Комплект оборудования для проведения занятий: Компьютер - 1 шт. Учебно-лабораторный комплекс "Теоретические основы электротехники" - 9 шт.; Лабораторная установка "Теория электромагнитного поля" - 10 шт.. Комплект учебной мебели на 20 посадочных мест; Шкаф для документов - 2 шт.; Стол лабораторный - 14 шт.;

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы «Электротехника» по специализации «Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений» направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника (прием 2017 г., очная форма)

Разработчик(и):

Должность	ФИО
Доцент ОЭЭ	В.А. Колчанова

Программа одобрена на заседании кафедры Электропривода и электрооборудования ЭНИН (протокол от 16. 05 . 2017 г. № 9).

И.о. заведующего кафедрой – руководителя отделения  
на правах кафедры ОЭЭ ИШЭ, к.т.н.

 /А.С. Ивашутенко/

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

Учебный год	Содержание /изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ ИШЭ (протокол)
2018/2019 учебный год	1. Обновлено программное обеспечение 2. Обновлен состав профессиональных баз данных и информационно-справочных систем	от 22.06.2018 г. № 7
2018/2019 учебный год	1. Изменена система оценивания	от 27.08.2018 г. № 4/1