

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

УТВЕРЖДАЮ  
 Директор ИШЭ  
 \_\_\_\_\_ А. С. Матвеев  
 « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
 ПРИЕМ 2022 г.  
 ФОРМА ОБУЧЕНИЯ ОЧНАЯ**

<b>Теоретические основы электротехники 1.1</b>		
Направление подготовки	12.03.04 Биотехнические системы и технологии	
	Биомедицинская инженерия	
Основная профессиональная образовательная программа	высшее образование – бакалавриат	
Уровень образования		
Курс	2	3
Трудоемкость в кредитах (зачетных единицах)	6,0	
Виды учебной деятельности	Временной ресурс	
Контактная (аудиторная) работа, ч	Лекции	32,0
	Практические занятия	48,0
	Лабораторные занятия	16,0
	<b>ВСЕГО</b>	<b>96,0</b>
	Самостоятельная работа, ч	120,0
	<b>ИТОГО, ч</b>	<b>216,0</b>

Вид промежуточной аттестации	Экзамен	Обеспечивающее подразделение	ОЭЭ
И.о. заведующего кафедрой - руководитель отделения на правах кафедры ОЭЭ Руководитель ОПОП Преподаватель			А.С. Сайгаш
			Е.Ю. Дикман
			Е.Б. Шандарова

## 1. Цели освоения дисциплины

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

Код компетенции	Наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенций		Составляющие результатов освоения (дескрипторы компетенции)	
		Код	Наименование	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
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)-6.1З2	Знает типовые стандартные измерительные приборы, устройства, аппараты, программные средства, используемые при экспериментах

## 2. Место дисциплины в структуре ОПОП

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	
РД-1	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, И.ОПК(У)-6.1.
РД-2	Использовать современные технические средства и компьютерные для коммуникации, презентации, составления отчетов в электротехнике.	И.ОПК(У)-6.1.
РД-3	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.

#### 4. Структура и содержание дисциплины

##### Основные виды учебной деятельности

Разделы дисциплины	Формируемый результат обучения по дисциплине	Виды учебной деятельности	Объем времени, ч.
Раздел 1. Основные понятия и законы электрической цепи	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	2
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	10
Раздел 2. Установившийся режим линейных цепей с постоянными и гармоническими напряжениями и токами	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	8
		Практические занятия	16
		Лабораторные занятия	6
		Самостоятельная работа	30
Раздел 3. Частотные свойства и резонансные эффекты в линейных электрических цепях	РД-1, РД-2, РД-3	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	20
Раздел 4. Установившийся режим линейных трехфазных цепей при гармонических напряжениях и токах	РД-1, РД-3, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	20
Раздел 5. Линейные электрические цепи при негармонических периодических напряжениях и токах	РД-1, РД-3, РД-2	Лекции	4
		Практические занятия	6
		Лабораторные занятия	2
		Самостоятельная работа	20
Раздел 6. Переходные процессы в линейных электрических цепях.	РД-1, РД-3, РД-2	Лекции	8
		Практические занятия	8
		Лабораторные занятия	4
		Самостоятельная работа	20

Содержание разделов дисциплины:

### ***Раздел 1. Основные понятия и законы электрической цепи***

Электрическая цепь. Источники и приемники электромагнитной энергии. Ток, напряжение и мощность. Выбор положительных направлений токов и напряжений. Установившийся и переходный режимы электрических цепей. Схемы замещения электрических цепей. Резистивные, индуктивные и емкостные элементы схем замещения. Линейные и нелинейные элементы. Законы Ома и электромагнитной индукции. Источники ЭДС и тока. Схемы замещения катушек индуктивности, электрических конденсаторов и источников электрической энергии.

Основные топологические понятия для схем замещения электрических цепей: ветвь, узел, контур, граф. Первый и второй законы Кирхгофа. Теоремы Телледжена и компенсации. Баланс мощности в резистивных цепях.

#### **Темы лекций:**

1. Основные понятия и законы электрической цепи.
2. Первый и второй законы Кирхгофа. Теоремы Телледжена и компенсации. Баланс мощности в резистивных цепях.

#### **Темы практических занятий:**

1. Основные понятия и законы электрической цепи.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование линейной разветвленной цепи постоянного тока.

### ***Раздел 2. Установившийся режим линейных цепей с постоянными и гармоническими напряжениями и токами***

Постоянные и периодические токи и напряжения. Гармонические (синусоидальные) токи и напряжения. Промышленная частота. Постоянный ток как частный случай гармонического тока. Действующие значения гармонических величин. Символический метод. Действия над гармоническими величинами с одинаковой угловой частотой. Законы Ома и Кирхгофа в символической форме. Комплексные сопротивления и проводимости. Метод уравнений Кирхгофа в символической форме. Мощность при гармонических токах и напряжениях. Активная, реактивная и полная мощности. Знаки мощностей и направление передачи энергии.

Баланс мощностей при гармонических напряжениях и токах. Топографические и лучевые векторные диаграммы. Методы контурных токов и узловых потенциалов в символической форме. Преобразования комплексных схем замещения. Принцип наложения и теорема об эквивалентном источнике.

Цепи со взаимной индуктивностью. Собственные и взаимные индуктивности. Коэффициент связи. Согласное и встречное включение индуктивно связанных элементов. Расчет цепей со взаимной индуктивностью символическим методом. Развязка индуктивной связи. Двухобмоточный трансформатор в линейном режиме: основные уравнения, схема замещения, векторные диаграммы.

#### **Темы лекций:**

3. Символический метод.
4. Метод уравнений Кирхгофа в символической форме. Мощность при гармонических токах и напряжениях.
5. Цепи со взаимной индуктивностью.

#### **Темы практических занятий:**

2. Основы символического метода.
3. Расчёт линейных цепей по законам Кирхгофа.
4. Расчёт линейных цепей методом контурных токов.
5. Расчёт линейных цепей методом узловых потенциалов.
6. Расчёт линейных цепей методом преобразования.
7. Расчёт линейных цепей методом эквивалентного генератора.
8. Расчёт линейных цепей методом наложения.

9. Расчет цепей со взаимной индуктивностью.

**Названия лабораторных работ:**

2. Исследование активного двухполюсника.

3. Простейшие цепи переменного тока.

4. Исследование цепи с индуктивно связанными катушками.

**Раздел 3. Частотные свойства и резонансные эффекты в линейных электрических цепях**

Резонанс в линейных электрических цепях при гармонических напряжениях и токах. Резонанс при последовательном, параллельном и смешанном соединениях индуктивных и емкостных элементов цепи. Добротность контура. Резонансные и частотные характеристики. Применение резонансных эффектов для усиления гармонических напряжений и токов, а также для повышения коэффициента мощности.

**Темы лекций:**

6. Резонанс в линейных электрических цепях при гармонических напряжениях и токах. Резонанс напряжений.

7. Резонанс токов. Применение резонансных эффектов.

**Темы практических занятий:**

10. Нахождение условия резонанса.

11. Расчет резонансных цепей. Резонанс напряжений.

12. Расчет резонансных цепей. Резонанс токов.

13. Расчет резонансных цепей с индуктивной связью.

**Названия лабораторных работ:**

5. Исследование резонанса напряжений.

**Раздел 4. Установившийся режим линейных трехфазных цепей при гармонических напряжениях и токах**

Линейные трехфазные цепи. Статическая и динамическая нагрузка. Статические и динамические трехфазные цепи. Фаза и нулевой провод. Фазные ЭДС и напряжения. Линейные напряжения. Симметричная трехфазная система напряжений и токов. Фазовый оператор.

Получение симметричной трехфазной системы ЭДС при помощи синхронного электромашинного генератора. Соединение фазных обмоток генератора и трансформатора звездой и треугольником.

Симметричный режим трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой и треугольником. Активная, реактивная и полная мощности трехфазной цепи в симметричном режиме. Расчет на одну фазу трехфазных цепей в симметричном режиме. Векторные диаграммы трехфазных цепей. Баланс мощностей в трехфазных цепях. Определение порядка чередования фаз. Измерение мощности в трехфазных цепях. Вращающееся магнитное поле и принцип действия асинхронного двигателя.

Несимметричный режим трехфазной цепи при соединении нагрузки звездой и треугольником.

**Темы лекций:**

8. Линейные трехфазные цепи. Симметричный режим трехфазной цепи.

9. Несимметричный режим трехфазной цепи.

**Темы практических занятий:**

14. Расчет трехфазных цепей в симметричном режиме.

15. Расчет трехфазных цепей в несимметричном режиме (соединение "звезда").

16. Расчет трехфазных цепей в несимметричном режиме (соединение "треугольник").

17. Расчет мощности в трехфазной цепи.

**Названия лабораторных работ:**

6. Исследование трехфазной цепи, соединенной звездой.

## **Раздел 5. Линейные электрические цепи при негармонических периодических напряжениях и токах**

Представление негармонических периодических напряжений и токов в виде тригонометрического ряда Фурье. Дискретные (линейчатые) спектры. Значения негармонических токов и напряжений и их измерение: среднее за период, среднее по модулю, максимальное и действующее значения. Коэффициенты формы, амплитуды, искажения и гармоник. Практически синусоидальные напряжения и токи в электроэнергетике. Мощность при периодических напряжениях и токах: активная, реактивная, полная. Коэффициент мощности. Эквивалентные синусоиды. Расчет сложных линейных цепей с высшими гармониками методом наложения. Резонансные явления и их применение в простейших фильтрах для пропускания в нагрузку определенных гармоник напряжений и токов. Условия появления высших гармоник в трехфазных цепях. Фазные ЭДС и линейные напряжения с высшими гармониками. Гармоники прямой, обратной и нулевой последовательностей. Расчет симметричного режима линейных трехфазных цепей с высшими гармониками.

### **Темы лекций:**

10. Линейные электрические цепи при негармонических периодических напряжениях и токах.

11. Расчет сложных линейных цепей с высшими гармониками методом наложения.

### **Темы практических занятий:**

18. Расчет линейных цепей при негармонических периодических напряжениях и токах методом наложения.

19. Расчет мощности при периодических напряжениях и токах.

20. Расчет симметричного режима линейных трехфазных цепей с высшими гармониками.

### **Названия лабораторных работ:**

7. Исследование цепи с источником несинусоидального напряжения.

## **Раздел 6. Переходные процессы в линейных 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.

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. Уравнения состояния в сложных цепях высокого порядка и численные расчеты с использованием ПК.

### **Темы лекций:**

12. Понятие о переходных процессах. Законы коммутации.

13. Классический метод расчета переходных процессов в цепи первого порядка.

14. Классический метод расчета переходных процессов в цепи второго порядка.

15. Операторный метод расчета переходных процессов в линейных цепях.

### **Темы практических занятий:**

21. Расчет переходных процессов в цепи первого порядка классическим методом.

22. Расчет переходных процессов в цепи второго порядка классическим методом.

23. Классический метод расчета переходных процессов при гармонических напряжениях и токах.

24. Расчёт переходных процессов в цепи первого порядка операторным методом.

#### **Названия лабораторных работ:**

8. Переходные процессы в простейших цепях.

### **5. Организация самостоятельной работы студентов**

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

- Работа в электронном курсе (изучение теоретического материала, выполнение индивидуальных заданий и контролирующих мероприятий и др.);
- Выполнение домашних заданий, расчетно-графических работ и домашних контрольных работ;
- Подготовка к лабораторным работам, к практическим и семинарским занятиям;
- Подготовка к оценивающим мероприятиям.

### **6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

#### **6.1. Учебно-методическое обеспечение**

##### **Основная литература**

1. Демирчян, Камо Серопович. 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. Бессонов, Лев Алексеевич. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи : учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов; Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА). — 12-е изд., испр. и доп.. — Москва: Юрайт, 2014. — 701 с.: ил. — Бакалавр. Углубленный курс. — Библиогр.: с. 605-606.. — ISBN 978-5-9916-3210-2.. —

3. Теоретические основы электротехники. Сборник задач : учебное пособие / Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики (МГТУ МИРЭА) ; под ред. Л. А. Бессонова. — 5-е изд., испр. и доп.. — Москва: Юрайт, 2014. — 528 с.: ил. — Бакалавр. Углубленный курс. — Библиогр.: с. 523.. — ISBN 978-5-9916-3438-0.. —

##### **Дополнительная литература**

4. Колчанова, Вероника Андреевна. Теоретические основы электротехники : методические указания к выполнению лабораторных работ по дисциплинам «Теоретические основы электротехники» [Электронный ресурс] / В. А. Колчанова, Е. О. Кулешова; Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Инженерная школа энергетики, Отделение электроэнергетики и электротехники (ОЭЭ). — 1 компьютерный файл (pdf; 2.3 MB). — Томск: 2019. — Заглавие с титульного экрана. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ... — URL: <https://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2019/m031.pdf>

5. Носов, Геннадий Васильевич. 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. — Режим доступа: из корпоративной сети ТПУ. — Системные требования: Adobe Reader... — URL: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/m322.pdf>

#### **6.2. Информационное и программное обеспечение**

Internet-ресурсы (в т.ч. в среде LMS MOODLE и др. образовательные и библиотечные ресурсы):

1. Теоретические основы электротехники 1.1 (CO)\_Шандарова Е.Б.. URL: <http://stud.lms.tpu.ru/course/view.php?id=1355>;

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. PDF-XChange Viewer;
2. Acrobat Reader DC Acrobat Reader DC and Runtime Software Distribution Agreement;
3. Office 2019 Standard Russian Academic 32 Office 2019 Standard Russian Academic;
4. Chrome;
5. Webex Meetings;
6. Zoom.

### 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 аттестации (учебная лаборатория) 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, аудитория 261	Комплект мебели на 20 посадочных мест; Учебно-лабораторный комплекс "Теоретические основы электротехники" (9 шт.); компьютер (1 шт.).
2.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, аудитория 101	Комплект мебели на 140 посадочных мест; компьютер (2 шт.); проектор (1 шт.).
3.	Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации 634034, Томская область, г. Томск, Усова улица, 7, аудитория 325	Комплект мебели на 28 посадочных мест; компьютер (1 шт.); проектор (1 шт.).

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики основной профессиональной образовательной программы «Цифровой инжиниринг в нефтегазовом деле» по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника (прием 2021 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

Должность	Подпись	ФИО
Доцент		Е.Б. Шандарова

Программа одобрена на заседании Отделения электроэнергетики и электротехники (протокол от 30.08.2021 г. №1).

И.о. заведующего кафедрой -

А.С. Сайгаш



руководитель отделения на  
правах кафедры ОЭЭ

### Лист изменений рабочей программы дисциплины

Учебный год	Содержание / изменение	Обсуждено на заседании ОЭЭ (протокол)
2022/2023 учебный год	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Обновлено программное обеспечение</li><li>2. Обновлен список литературы</li><li>3. Обновлен перечень профессиональных баз данных и информационно-справочных систем</li><li>4. Обновлено материально-техническое обеспечение</li><li>5.</li></ol>	От 29.06.2022 г. №6