

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

УТВЕРЖДАЮ

Директор обеспечивающей  
Школы неразрушающего  
контроля и безопасности

Д.А. Седнев

«30» 06 2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**ПРИЕМ 2019 г.**  
**ФОРМА ОБУЧЕНИЯ очная**

| Электрические цепи                                                                                                                          |                                        |         |                 |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------|-----------------|
| Направление подготовки/<br>специальность<br>Образовательная программа<br>(направленность (профиль))<br>Специализация<br>Уровень образования | 11.03.04 Электроника и наноэлектроника |         |                 |
|                                                                                                                                             | Прикладная электронная инженерия       |         |                 |
|                                                                                                                                             | Промышленная электроника               |         |                 |
|                                                                                                                                             | высшее образование - бакалавриат       |         |                 |
|                                                                                                                                             |                                        |         |                 |
| Курс                                                                                                                                        | 2                                      | семестр | 4               |
| Трудоемкость в кредитах<br>(зачетных единицах)                                                                                              | 3                                      |         |                 |
| Виды учебной деятельности                                                                                                                   | Временной ресурс                       |         |                 |
| Контактная (аудиторная)<br>работа, ч                                                                                                        | Лекции                                 |         | 16              |
|                                                                                                                                             | Практические занятия                   |         | 16              |
|                                                                                                                                             | Лабораторные занятия                   |         | 16              |
|                                                                                                                                             | ВСЕГО                                  |         | 48              |
| Самостоятельная работа, ч                                                                                                                   |                                        |         | 60              |
| в т.ч. отдельные виды самостоятельной работы с<br>выделенной промежуточной аттестацией (курсовой<br>проект, курсовая работа)                |                                        |         | Курсовая работа |
| ИТОГО, ч                                                                                                                                    |                                        |         | 108             |

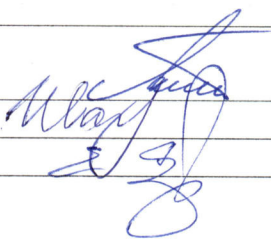
Вид промежуточной  
аттестации

зачет  
дифзачет

Обеспечивающее  
подразделение

Отделение  
Электронной  
инженерии

Зав. кафедрой-руководитель  
отделения на правах кафедры  
Руководитель ООП  
Преподаватель

|                                                                                      |                 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
|  | П.Ф. Баранов    |
|                                                                                      | В.С. Иванова    |
|                                                                                      | Е.В. Ярославцев |

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)-1        | Способен использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для решения задач инженерной деятельности.                   | И.ОПК(У)-1.7                      | Демонстрирует способность использовать положения, законы и методы естественных наук и математики для расчета и анализа электрических цепей    | ОПК(У)-1.7 В1                                               | Владеет навыками использования знаний физики и математики при расчетах электрических цепей                                         |
|                 |                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                               | ОПК(У)-1.7 У1                                               | Умеет применять физические законы и математические методы для решения задач расчета и анализа электрических цепей                  |
|                 |                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                               | ОПК(У)-1.7 З1                                               | Знает фундаментальные законы природы и основные физические и математические законы в области расчета и анализа электрических цепей |
| ОПК(У)-2        | Способен самостоятельно проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных. | И.ОПК(У)-2.1                      | Демонстрирует способность проводить экспериментальные исследования и использовать основные приёмы обработки и представления полученных данных | ОПК(У)-2.1 В2                                               | Владеет навыками организации экспериментального исследования электрических цепей                                                   |
|                 |                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                               | ОПК(У)-2.1 У2                                               | Умеет проводить экспериментальные исследования электрических цепей                                                                 |
|                 |                                                                                                                                              |                                   |                                                                                                                                               | ОПК(У)-2.1 З2                                               | Знает методы экспериментального исследования электрических цепей                                                                   |

## 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                                                                                                                          |                                  |
| РД-1                                          | Применять знания общих законов, теорий, уравнений, методов для решения инженерных задач в области электрических и электронных цепей   | И.ОПК(У)-1.7                     |
| РД-2                                          | Выполнять расчеты и проектирование базовых пассивных электрических цепей с заданными характеристиками и параметрами.                  | И.ОПК(У)-1.7                     |
| РД -3                                         | Применять экспериментальные методы определения основных характеристик и параметров пассивных электрических цепей.                     | И.ОПК(У)-2.1                     |
| РД-4                                          | Выполнять обработку и анализ данных, полученных при теоретических и экспериментальных исследованиях электрических и электронных цепей | И.ОПК(У)-2.1                     |

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. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|---------------------------|-------------------|
| <b>Раздел (модуль) 1.</b><br><b>Анализ пассивных электрических цепей в частотной и временной области. Основные понятия и определения</b> | РД-1, РД-2, РД-3, РД-4                       | Лекции                    | 2                 |
|                                                                                                                                          |                                              | Практические занятия      | 2                 |
|                                                                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 10                |
| <b>Раздел (модуль) 2.</b><br><b>Частотный анализ простейших ЭЦ с одним реактивным элементом</b>                                          | РД-1, РД-2, РД-3, РД-4                       | Лекции                    | 6                 |
|                                                                                                                                          |                                              | Практические занятия      | 6                 |
|                                                                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 8                 |
|                                                                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 30                |
| <b>Раздел (модуль) 3.</b><br><b>Частотный анализ разветвленных электрических цепей с несколькими реактивными элементами</b>              | РД-1, РД-2, РД-3, РД-4                       | Лекции                    | 8                 |
|                                                                                                                                          |                                              | Практические занятия      | 8                 |
|                                                                                                                                          |                                              | Лабораторные занятия      | 4                 |
|                                                                                                                                          |                                              | Самостоятельная работа    | 20                |

Содержание разделов дисциплины:

|                                                                                                                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 1. Анализ пассивных электрических цепей в частотной и временной области. Основные понятия и определения.</b></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

*Рассматриваются свойства, математические модели, схемы замещения, условные графические обозначения пассивных и активных элементов электрических цепей. Даются определения и раскрывается физический смысл основных частотных параметров и характеристик, используемых при проведении частотного анализа электрической цепи.*

**Темы лекций:**

1. Введение. Задачи дисциплины ЭЦ. Основные понятия и определения при частотном анализе ЭЦ. Частотные параметры и характеристики ЭЦ: входные, выходные, передаточные. Классификация ЭЦ в зависимости от вида АЧХ.

**Темы практических занятий:**

1. Входной контроль. Математические модели и свойства пассивных и активных элементов электрической цепи.

**Названия лабораторных работ:**

1. Освоение лабораторного оборудования.

|                                                                                     |
|-------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Раздел 2. Частотный анализ простейших ЭЦ с одним реактивным элементом</b></p> |
|-------------------------------------------------------------------------------------|

*Проводится анализ в частотной области однозвенных RC-цепей с резистором и конденсатором на входе. Определяются выражения для расчета основных частотных параметров и характеристик указанных цепей, рассматриваются вопросы проектирования и области применения.*

**Темы лекций:**

1. Частотный анализ RC-цепи с резистором на входе: физический и математический анализ, годограф, векторные диаграммы. Области применения: фазосдвигающая, помехоподавляющая, интегрирующая цепи.

2. Интегрирование одиночного идеального прямоугольного импульса и последовательности идеальных прямоугольных импульсов RC-цепью: физика процессов;

математический анализ; основные расчетные соотношения.

3.  $RC$ -цепь с конденсатором на входе: физ. анализ; мат. анализ; диаграммы Боде. Области применения: фазосдвигающая, фильтр высоких частот, укорачивающая, разделительная – определения, аналитические исследования, основные параметры и характеристики.

#### **Темы практических занятий:**

1. Решение задач и выполнение упражнений на темы: проведение физического и математического анализа ЭЦ, построение векторных диаграмм.
2. Расчет переходных процессов в ЭЦ постоянного тока первого порядка – решение задач.
3. Основы проектирования простейших реальных пассивных электрических цепей.

#### **Названия лабораторных работ:**

1. Исследование пассивных  $RC$ -цепей в частотной области.
2. Прохождение последовательности прямоугольных импульсов через электрические цепи различного назначения.

### **Раздел 3. Частотный анализ разветвленных электрических цепей с несколькими реактивными элементами**

*Рассматриваются разветвленные электрические цепи с несколькими реактивными элементами одного характера, широко используемые в электронике для выполнения различных функций: фазирующие цепочки, полосовой и режсекторный фильтры, частотно-компенсированный делитель (неискажающая цепь), последовательный и параллельный колебательные контуры. Выводятся выражения для определения основных частотных параметров и характеристик указанных цепей, даются рекомендации по проектированию.*

#### **Темы лекций:**

1. Неискажающие цепи (частотно-компенсированный делитель); фазирующие  $RC$ -цепи – принцип действия, характеристики, параметры, области применения.
2. Частотно-избирательные цепи нерезонансного типа: полосовой фильтр, мост Вина-Робинсона, двойной Т-образный мост: принцип действия, характеристики, параметры, области применения.
3. Частотно-избирательные цепи резонансного типа. Последовательный колебательный контур: определение, основные расчетные соотношения, характеристики и параметры.
4. Параллельный колебательный контур: определение, основные расчетные соотношения, характеристики и параметры. Возбуждение параллельного КК от идеального источника тока и от источника с конечным внутренним сопротивлением; частотно-избирательные свойства.

#### **Темы практических занятий:**

1. Проведение физического анализа и построение векторных диаграмм для разветвленных ЭЦ.
2. Проектирование реальных базовых электрических цепей, используемых в электронике.
3. Решение задач и выполнение заданий на тему: «Последовательный колебательный контур».
4. Решение задач и выполнение заданий на тему: «Параллельный колебательный

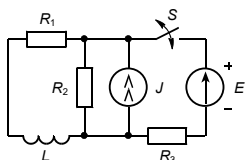
контур».

### Названия лабораторных работ:

1. Исследование последовательного и параллельного колебательных контуров.

### Темы курсовой работы:

Тема курсовой работы: «Расчет переходных процессов в электрической цепи постоянного тока I порядка». Для анализа предлагается 10 вариантов схем, для каждой из которых предусмотрены три варианта параметров элементов. Пример схемы, подлежащей анализу:



Задание: при  $t \leq 0$  ключ  $S$  разомкнут. При  $t=0$  ключ замыкается на время  $t_0$ , после чего возвращается в исходное положение. Определить падения напряжения на всех резисторах цепи, изобразить сфазированные диаграммы этих напряжений относительно тока индуктивности  $i_L(t)$ .

## 5. Организация самостоятельной работы студентов

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

- Подготовка к предстоящей лекции и работа с лекционным материалом.
- Подготовка к предстоящему практическому занятию, работа с материалом занятия, выполнение домашних заданий.
- Подготовка к выполнению лабораторных работ.
- Выполнения отчетов, подготовка к защите и защита лабораторных работ.
- Выполнение, подготовка к защите и защита индивидуальных домашних заданий (ИДЗ).
- Подготовка к контрольным работам, написание контрольных работ.
- Изучение тем, вынесенных на самостоятельную проработку.
- Исследовательская работа и участие в научных студенческих конференциях, семинарах и олимпиадах.
- Анализ научных публикаций по заранее определенной преподавателем теме.
- Подготовка к промежуточной аттестации по дисциплине.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 6.1. Учебно-методическое обеспечение

#### Основная литература

1. Попов, Вадим Петрович. Основы теории цепей: учебник для бакалавров / В.П. Попов; Южный федеральный университет (ЮФУ). – 7-е изд., перераб. и доп.. – Москва: Юрайт, 2015. – 696 с.: ил. + CD-ROM

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-28.pdf> – учебник,  
<http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2014/FN/fn-29.pdf> – сборник задач.

2. Атабеков, Г. И. Основы теории цепей : учебник / Г. И. Атабеков. — 4-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 424 с. — ISBN 978-5-8114-0699-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/91911>. — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. [Ярославцев, Евгений Витальевич](#). Техническое описание приборов, используемых при выполнении лабораторных работ на кафедре промышленной и медицинской электроники. Программы лабораторных работ по дисциплинам «Теория электрических цепей», «Электроника»: учебное пособие [Электронный ресурс] / Е.В. Ярославцев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 1 компьютерный файл (pdf; 1.6 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2010.

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2015/m124.pdf>

### Дополнительная литература

1. [Гребенников, Виталий Владимирович](#). Методы и средства экспериментального исследования электрических цепей и сигналов: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.В. Гребенников, Е.В. Ярославцев; Национальный исследовательский Томский политехнический университет (ТПУ). – 2-е изд., испр. – 1 компьютерный файл (pdf; 3.4 MB). – Томск: Изд-во ТПУ, 2015.

Схема доступа: <http://www.lib.tpu.ru/fulltext2/m/2016/m058.pdf>

2. Батура, Михаил Павлович. Теория электрических цепей : учебник / М. П. Батура, А. П. Кузнецов, А. П. Курулев. — 2-е изд., испр.. — Минск: Вышэйшая школа, 2007. — 606 с.: ил.. — Использованная литература: с. 602.. — ISBN 978-985-06-1364-6.

### 6.2. Информационное и программное обеспечение

Internet-ресурсы:

1. Персональный сайт Ярославцева Е.В. Раздел: Учебная работа. УММ к дисциплине «Электрические цепи». Схема доступа: <http://portal.tpu.ru/SHARED/y/YAROSLAVTSEV>.

2. Информационно-справочные системы и профессиональные базы данных НТБ - <https://www.lib.tpu.ru/html/irs-and-pdb>

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

1. WinDjView;
2. Adobe Flash Player;
3. Microsoft Office 2007 Standard Russian Academic; Microsoft Office 2016
4. Tracker Software PDF-XChange Viewer;
5. Zoom Zoom;
6. Adobe Acrobat Reader DC;
7. Document Foundation LibreOffice;
8. Mozilla Firefox ESR;
9. Viewer;
10. Zoom Zoom
11. Cisco Webex Meetings;

### 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<br>634028, Томская область, г. Томск, Тимакова улица, 12 | Комплект учебной мебели на 42 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт. |

|    |                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                |
|----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | 301                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                |
| 2. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (учебная лаборатория)<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 107 | Комплект учебной мебели на 15 посадочных мест;<br>Стол письменный - 6 шт.;<br>Генератор АКИП-3408/1 - 10 шт.;<br>Осциллограф GOS-620 - 10 шт.; |
| 3. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634034, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, 30а, 46                        | Доска аудиторная настенная - 1 шт.;<br>Комплект учебной мебели на 32 посадочных мест;<br>Компьютер - 1 шт.;<br>Проектор - 1 шт.                |
| 4. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30 227                      | Комплект учебной мебели на 98 посадочных мест;<br>Доска аудиторная настенная - 1 шт.;<br>Компьютер - 88 шт.;<br>Проектор - 1 шт.               |
| 5. | Аудитория для проведения учебных занятий всех типов, курсового проектирования, консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации<br>634050, Томская область, г. Томск, Ленина проспект, д. 30 209                      | Комплект учебной мебели на 96 посадочных мест;<br>Доска аудиторная настенная - 3 шт.;<br>Компьютер - 2 шт.;<br>Проектор - 1 шт.                |

Рабочая программа составлена на основе Общей характеристики образовательной программы по направлению 11.03.04 Электроника и наноэлектроника, специализации «Промышленная электроника» (приема 2019 г., очная форма обучения).

Разработчик(и):

| Должность  | ФИО             |
|------------|-----------------|
| Доцент ОЭИ | Е.М. Ярославцев |

Программа одобрена на заседании Отделения электронной инженерии ИШНКБ (протокол № 19 от 28.06.2019).

Зав. кафедрой – руководитель отделения  
на правах кафедры,  
к.т.н.



П.Ф. Баранов

подпись

**Лист изменений рабочей программы дисциплины:**

| Учебный год                 | Содержание /изменение                                                                                                                                                                                                               | Обсуждено на заседании<br>ОЭИ ИШНКБ<br>(протокол) |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 2020/2021<br>учебный<br>год | 1. Обновлено программное обеспечение<br>2. Обновлен состав профессиональных баз данных и<br>информационно-справочных систем<br>3. Обновлено содержание разделов дисциплины<br>4. Обновлен список литературы, в том числе ссылок ЭБС | От 01.09.2020 г.<br>№ 37                          |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |
|                             |                                                                                                                                                                                                                                     |                                                   |