

Министерство науки и высшего образования  
Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Донецкий государственный университет»

Факультет физико-технический  
Кафедра радиофизики и инфокоммуникационных технологий



УТВЕРЖДАЮ  
проректор

П.А. Машаров

«29» марта 2024 г.

МП

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### «АНАЛИЗ РАЗВЕТВЛЕННЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ»

Укрупненная группа направлений подготовки	03.00.00 Физика и астрономия
Программа высшего образования	Программа бакалавриат
Направление подготовки	03.03.03 Радиофизика
Профиль подготовки	Радиофизика
Квалификация	Бакалавр
Форма обучения	очная

Рабочая программа адаптирована для лиц  
с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Донецк 2024

Рабочая программа дисциплины «**Анализ разветвленных электрических цепей**» для обучающихся по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика), составлена на основании Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 03.03.03 Радиофизика, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 7 августа 2020 г. № 912 (с изм. и доп.). Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 06 апреля 2021 г. № 245 (с изм. и доп.), в соответствии с учебным планом, утвержденным Ученым советом ФГБОУ ВО «ДонГУ» для набора 2024 года.

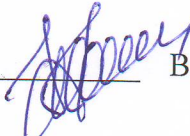
Разработчик:

Доцент  
кафедры радиофизики  
и инфокоммуникационных технологий

  
О.Г. Шелехова


Рабочая программа утверждена на заседании кафедры радиофизики и инфокоммуникационных технологий  
Протокол от 26.03.2024 г. № 16

Заведующий кафедрой


  
В.В. Данилов

СОГЛАСОВАНО:

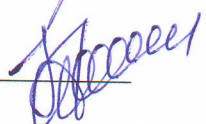
И.о. декана физико-технического факультета  
28.03.2024 г.

  
С.А. Фоменко

Учебно-методическая комиссия физико-технического факультета  
Протокол от 27.03.2024 г. № 2  
Председатель

  
В. Н. Котенко

Руководитель основной профессиональной образовательной программы  
д-р тех. наук, проф.  
26.03.2024 г.

  
В.В. Данилов

## 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1.1. Требования к предварительной подготовке обучающихся, предшествующие и сопутствующие дисциплины, на которых основывается изучение данной:

дисциплины программы бакалавриата: Математический анализ, Аналитическая геометрия, Линейная алгебра, Дифференциальные уравнения, Электричество и магнетизм, Радиотехнические цепи и сигналы, Теория функций комплексных переменных.

Дисциплины, курсовые работы и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее:

Методы математической физики, Радиоэлектроника, Полупроводниковая и физическая электроника, Радиотехнические измерения, Антенны и др.

## 2. ОПИСАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 2.1. Общая характеристика

Наименование показателя	Значение показателя
Название образовательной программы	03.03.03 Радиофизика (Программа бакалавриата: 03.03.03 Радиофизика (Профиль: Радиофизика))
Шифр и название в соответствии с учебным планом	Б1.В.ДВ.9.2 Анализ разветвленных электрических цепей
Часть образовательной программы	Дисциплина по выбору: группа 9
Количество зачетных единиц / всего часов	2 / 72

### 2.2. Распределение часов по формам и периодам обучения

Форма обучения	курс	семестр	Общее количество часов					Форма контроля
			лекционных	лабораторных	практических	самостоятельной работы + контроль	всего	
Очная, всего	2	4	15	30	-	45	72	зачет

## 3. ЦЕЛИ ДИСЦИПЛИНЫ

Теоретическая и практическая подготовка студентов в области анализа разветвленных электрических цепей.

## 4. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ КОМПОНЕНТА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ, ИХ ИНДИКАТОРЫ И ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### 4.1. Компетенции

Компетенции	Индикаторы	Результаты обучения
ПК-2. Обладает достаточными знаниями в области электроники, электронной аппаратуры, в том числе СВЧ и оптического диапазона, антенно-фидерных систем, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и	ПК-2.1. Обладает достаточными знаниями в области электроники, электронной аппаратуры, необходимыми при проведении научно-исследовательских работ и экспериментов по профилю подготовки.	ПК-2.1.1. Знает современные методы анализа разветвленных электрических цепей. ПК-2.1.2. Умеет использовать современные методы анализа разветвленных электрических цепей для

экспериментов по профилю подготовки.		решения задач радиофизики.
--------------------------------------	--	----------------------------

## 5. ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Название темы	Краткое содержание темы (вопросы темы)
1. Место и роль теории графов в электротехнике.	1.1. Определение электрической цепи. 1.2. Топологические характеристики электрических цепей 1.3. Представление графов в виде матриц, топологические характеристики матрицы. 1.4. Граф электрической цепи, 1.5. Пространство неориентированных подграфов, подпространство контуров неориентированного графа. 1.6. Ориентированный граф, пространство обобщенных подграфов ориентированного графа. 1.7. Подпространство сечений. 1.8. Матрицы главных сечений и контуров неориентированного графа 1.9. Матрицы главных сечений и контуров ориентированного графа, 1.10. Взаимосвязь между матрицами контуров и сечений, узловая матрица. 1.11. Связь между матрицами сечений, узловой и контурной, матрица всех контуров ориентированного графа 1.12. Определение графа. Место и роль теории графов в математике. 1.13. Матрица смежности, степень вершины. Подграф и часть графа. 1.14. Звезда вершины графа. Полный граф. Максимальный и 1.15. минимальный (относительно некоторого свойства) подграф. 1.16. Изоморфизм графов. Неориентированные графы. Путь, цепь, простая цепь, цикл. Связанные вершины. Связный граф. 1.17. Компоненты связности. Длина пути. Расстояние между вершинами в связном графе. Аксиомы метрики (расстояния). 1.18. Эйлеровы графы. Задача о гамильтоновом обходе (задача коммивояжера). Ориентированные графы (орграфы). 1.19. Ориентированный путь, ориентированный цикл. Достижимость. 1.20. Виды связности.
2. Расчет электрические цепи постоянного тока в матричной форме	2.1. Топологические понятия схемы электрической цепи 2.2. Законы Ома и Кирхгофа в матричной форме 2.3. Метод контурных токов в матричной форме 2.4. Метод узловых потенциалов в матричной форме 2.5. Метод наложения в матричной форме 2.6. Понятие о компонентных и топологических уравнениях разветвленной электрической цепи,
3. Расчет электрические цепи переменного тока в матричной форме	3.1. Постановка задачи решения линейной системы. 3.2. Прямые и итерационные методы. 3.3. Методы Гаусса, Крамера обратной матрицы. 3.4. Метод Гаусса с выбором главных элементов в столбцах. 3.5. Применение метода вычисления обратных матриц. 3.6. Основные принципы работы в специализированной компьютерной среде Matlab. 3.7. Реализация прямых методов решения СЛАУ в компьютерной среде Matlab.
4. Переходные	4.1. Основные понятия итерационных методов решения СЛАУ.

процессы в разветвленных электрических цепях	4.2 Погрешность методы. Количество итераций. 4.3 Метод простой итерации для линейных систем. 4.4. Метод Холецкого. 4.5 Метод Якоби. 4.6 Метод Зейделя. 4.7.Реализация итерационных методов решения СЛАУ в компьютерной среде Matlab
--	--

## 6. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1.Форма обучения – очная, курс – 2, семестр – 4

Наименования разделов и тем	Количество часов				
	Лекц.	Лабор.	Практ.	СРС+К	Всего
1. Место и роль теории графов в электротехнике.	4	8	-	11	23
2.Расчет электрические цепи постоянного тока в матричной форме	4	8	-	11	23
3.Расчет электрические цепи переменного тока в матричной форме	4	8	-	11	23
4.Переходные процессы в разветвленных электрических цепях	3	6	-	12	21
ИТОГО ПО КОМПОНЕНТУ ОПОП	15	30	-	45	72

## 7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ (СРЕДСТВА) ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

### 7.1.Контрольные вопросы

1. Дайте определение электрической цепи.
2. Топологические характеристики электрических цепей.
3. Представление графов в виде матриц, топологические характеристики матрицы.
4. Граф электрической цепи.
5. Пространство неориентированных подграфов, подпространство контуров неориентированного графа.
6. Ориентированный граф, пространство обобщенных подграфов ориентированного графа.
7. Подпространство сечений.
8. Матрицы главных сечений и контуров неориентированного графа
9. Матрицы главных сечений и контуров ориентированного графа.
10. Разъясните взаимосвязь между матрицами контуров и сечений, узловая матрица.
11. Связь между матрицами сечений, узловой и контурной, матрица все контуров ориентированного графа.
12. Дайте определение графа. Место и роль теории графов в математике.
13. Матрица смежности, степень вершины. Подграф и часть графа.
14. Звезда вершины графа. Полный граф.
15. Максимальный и минимальный (относительно некоторого свойства) подграф.
16. Изоморфизм графов.
17. Неориентированные графы.
18. Путь, цепь, простая цепь, цикл.
19. Связанные вершины.
20. Связный граф.
21. Компоненты связности. Длина пути. Расстояние между вершинами в связном графе.

22. Сформулируйте аксиомы метрики (расстояния).
23. Эйлеровы графы.
24. Задача о гамильтоновом обходе (задача коммивояжера).
25. Ориентированные графы (орграфы).
25. Ориентированный путь, ориентированный цикл. Достижимость.
26. Виды связности.
27. Топологические понятия схемы электрической цепи.
28. Сформулируйте законы Ома и Кирхгофа в матричной форме.
29. Метод контурных токов в матричной форме.
30. Метод узловых потенциалов в матричной форме.
31. Метод наложения в матричной форме.
32. Понятие о компонентных и топологических уравнениях разветвленной электрической цепи,
33. Охарактеризуйте законы Ома и Кирхгофа цепи синусоидального тока в матричной форме.
34. Поясните расчет цепей синусоидального тока в матричной форме символическим методом.
35. Баланс мощностей цепей синусоидального тока в матричной форме.
36. Расчет переходных процессов электрических цепей методом переменных состояния .
37. Численные методы решения уравнений состояния.

## 8. РАСПРЕДЕЛЕНИЕ БАЛЛОВ, КОТОРЫЕ ПОЛУЧАЮТ ОБУЧАЮЩИЕСЯ

Общая оценка знаний обучающихся по дисциплине проводится по 100-балльной шкале исходя из максимума, приведенного в таблице ниже. Организационно-учебная работа в аудитории оценивается на основе таких критериев как посещаемость занятий, своевременное и качественное выполнение домашних заданий, активность во время проведения лекционных и практических занятий (участие в обсуждении текущего и пройденного материала, решение задач и т.п.).

### 8.1.Семестр 4

Номера разделов	Виды работ	Максимальное количество баллов
1	Организационно-учебная работа обучающегося в аудитории	30
	Самостоятельная работа	20
	Модульная контрольная работа	10
ИТОГО		60
Зачетная работа		40
Общий итог за семестр		100

### Соответствие баллов оценке

Количество баллов из 100	ECTS	Оценка по пятибалльной шкале	
		Экзамен, дифференцированный зачет	Зачет
90-100	A	отлично	зачтено
80-89	B	хорошо	зачтено
75-79	C		зачтено
70-74	D	удовлетворительно	зачтено
60-69	E		зачтено
35-59	FX	неудовлетворительно	не зачтено
0-34	F		не зачтено

## 9. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ДЛЯ ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ И ИНВАЛИДОВ

В ходе реализации дисциплины используются следующие дополнительные методы обучения, текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в зависимости от их индивидуальных особенностей:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство; возможно также использование собственных увеличивающих устройств;
  - письменные задания оформляются увеличенным шрифтом.
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - лекции оформляются в виде электронного документа;
  - письменные задания выполняются на компьютере в письменной форме;
  - экзамен проводится в письменной форме на компьютере; возможно проведение в форме тестирования.
- 3) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - лекции оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением;
  - письменные задания выполняются на компьютере;
  - зачёт проводится в устной форме или выполняются в письменной форме на компьютере.

При необходимости предусматривается увеличение времени для подготовки ответа.

Процедура проведения промежуточной аттестации для обучающихся устанавливается с учётом их индивидуальных психофизических особенностей. Промежуточная аттестация может проводиться в несколько этапов.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.

Обеспечивается доступ к информационным и библиографическим ресурсам в сети Интернет для каждого обучающегося в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

- 1) для слепых и слабовидящих:
  - в печатной форме увеличенным шрифтом;
  - в форме электронного документа;
- 2) для глухих и слабослышащих:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.
- 3) для обучающихся с нарушениями опорно-двигательного аппарата:
  - в печатной форме;
  - в форме электронного документа.

## 10. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА

Учебные занятия проводятся в корпусе №4 ДонГУ (г. Донецк, пр. Театральный, 13). Для проведения лекционных занятий требуется аудитория, оборудованная меловой или маркерной доской, мультимедийный проектор и экран, ноутбук, комплект учебной мебели для студентов, рабочее место преподавателя, выход в Интернет – проводной или с использованием Wi-Fi.



Для проведения лабораторных занятий требуется оборудованная персональными компьютерами аудитория.

Для самостоятельной работы используются текстовые и электронные ресурсы Научной библиотеки университета и других электронных библиотечных баз данных, учебно-методическое обеспечение, представленное в учебно-методическом кабинете Главного корпуса (ауд.405).

Обучающиеся имеют возможность использовать учебные материалы по дисциплине, размещенные на платформе Moodle Центра дистанционного образования ФГБОУ ВО «ДонГУ». При изучении дисциплины применяются электронное обучение и дистанционные образовательные технологии.

С использованием ресурсов платформы дистанционного образования осуществляется текущий контроль знаний обучающихся на основе тестирования и проверки результатов самостоятельной работы.

## 11. РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

### 11.1. Основная литература

1. Данилов В.В., Тимченко В.И., Третьяков И.А. Основы электротехники и радиоэлектроники [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / В.В. Данилов, В.И. Тимченко, И.А. Третьяков – Донецк: ДонНУ, 2020. – Электронные данные.
2. Исмагилова Е.И. Линейные пространства графов и матрично-топологические методы расчета электрических цепей: Учебное пособие / - Ярославль, 2008. – 95 с.
3. Сборник задач по теоретическим основам электротехники: Учеб. пособие для студентов энергет. и приборостроит. спец. вузов / Л. А. Бессонов, И. Г. Демидова, М. Е. Заруди и др.; Под ред. Л. А. Бессонова. – 4-е изд. – М.: Высш. шк., 2000. – 528 с.
4. Новиков, Ю. Н. Электротехника и электроника: теория цепей и сигналов, методы анализа / Ю. Н. Новиков. - Москва [и др.]: Питер, 2005. – 382 с.

### 11.2. Дополнительная литература

1. Электротехника: сетевой электронный научный журнал (2014 – 2016). [https://elibrary.ru/project\\_free\\_access.asp](https://elibrary.ru/project_free_access.asp). – Дата обращения 23.03.2023г.
2. Электротехника и электромеханика = Електротехніка і електромеханіка (2007 – 2017). [https://elibrary.ru/project\\_free\\_access.asp](https://elibrary.ru/project_free_access.asp). – Дата обращения 23.03.2023г.
3. Электротехника и электроэнергетика = Електротехніка і електроенергетика (2010 – 2013). [https://elibrary.ru/project\\_free\\_access.asp](https://elibrary.ru/project_free_access.asp). – Дата обращения 21.05.2020г.

## 15. ИНФОРМАЦИОННЫЕ РЕСУРСЫ

1. <http://donnu.ru/> – сайт ДонНУ.
2. <http://library.donnu.ru/> – сайт библиотеки ДонНУ.
3. Федеральный портал «Российское образование» <http://www.edu.ru>

## 16. ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

1. Windows 7 PRO (корпоративная лицензия ДонГУ № 46484614)
2. Microsoft Office (корпоративная лицензия ДонГУ № 46472919)
3. Microsoft Visual Studio (лицензия программы Dream Spark для высших учебных заведений)
4. Система виртуализации Oracle VirtualBox (свободно распространяемая)
5. Антивирус Касперского, Adobe Acrobat Reader, xPDF (лицензии GPL, Apache, BSD для свободного программного обеспечения).