

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. В.Г. Шухова»

Кафедра «Электроэнергетика и автоматика»

## Расчетно-графическое задание

Дисциплина: «Математические задачи  
электроэнергетики»

Тема: «Расчет установившегося режима  
электроэнергетической системы с  
применением теории графов и матричного  
исчисления»

Выполнил: студент гр. Э—\_\_\_\_\_

---

Проверил:  
канд. техн. наук, доц. Прасол Д.А.

## ***Расчетно-графическое задание***

### **Расчет установившегося режима электроэнергетической системы с применением теории графов и матричного исчисления**

*Цель работы:* Ознакомиться с расчетом установившегося режима электроэнергетической системы (ЭЭС) с применением теории графов и матричного исчисления, используя обобщенное, узловое и контурное уравнения. Выполнить расчет параметров установившегося режима электроэнергетической системы (ЭЭС) с применением обобщенного уравнения, узлового уравнения и контурного уравнения.

### **Задание «Расчет установившегося режима электроэнергетической системы с применением обобщенного уравнения»**

#### **Основные задачи**

1. Освоить математический аппарат матричной алгебры, работу и программирование в инженерных расчетных комплексах, оформление текстовых документов в текстовых редакторах, изображение схем в графических редакторах.
2. Ознакомиться с правилами составления схемы замещения, графа и исходных матриц для расчета установившегося режима матричными методами.
3. Запомнить названия и размерности используемых матриц, запись обобщенного матричного уравнения и вспомогательных выражений.

#### **Краткие методические указания**

1. В схеме замещения представить все ИП в виде ЭДС.
2. В схеме замещения представить все нагрузки в виде ЭДС.
3. Значения ЭДС представить в комплексной показательной форме со значением аргумента с параметром  $n$ , где  $n$  – номер по журналу.

#### **Порядок расчета**

1. Составить схему замещения для структурной схемы ЭЭС, приведенной в

табл. 1 в соответствии с вариантом задания. Значения параметров для схемы замещения принять по табл. 2 в соответствии с вариантом задания.

2. Составить граф схемы замещения. Выбрать дерево и хорды.
3. Составить матрицу соединений ветвей в узлы.
4. Составить матрицу сопротивлений и ЭДС ветвей, матрицу задающих токов.
5. Рассчитать матрицу соединений ветвей в независимые контуры.
6. Составить матрицы параметров схемы замещения и параметров режима.
7. Рассчитать токи в ветвях.
8. Определить напряжения в ветвях.
9. Сделать проверку по I и II закону Кирхгофа.
10. Определить напряжения в узлах.
11. Определить потери мощности в ветвях.
12. Выполнить проверку по условию баланса мощностей.

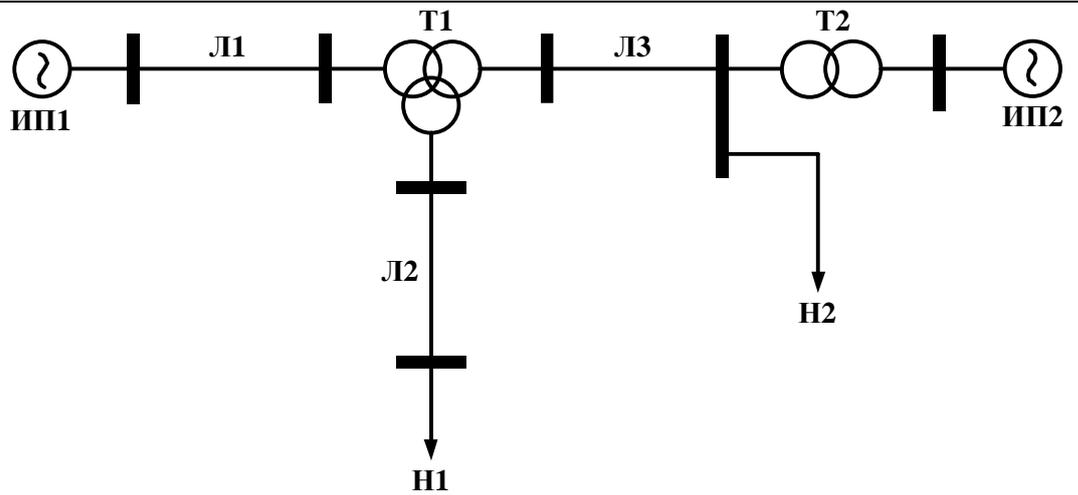
## Исходные данные

Таблица 1

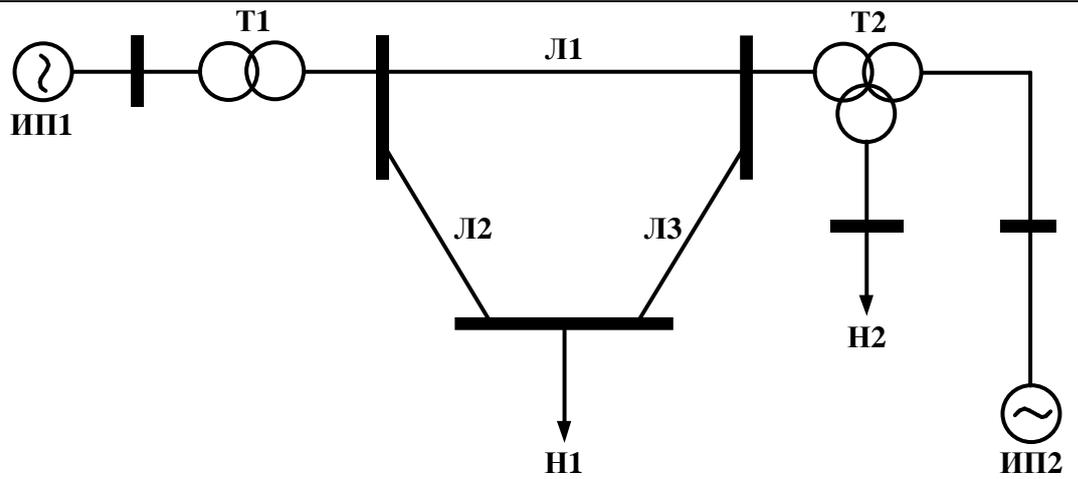
### Индивидуальные варианты структурных схем ЭЭС

Последняя цифра номера зачетки	Структурная схема
1.	
2.	

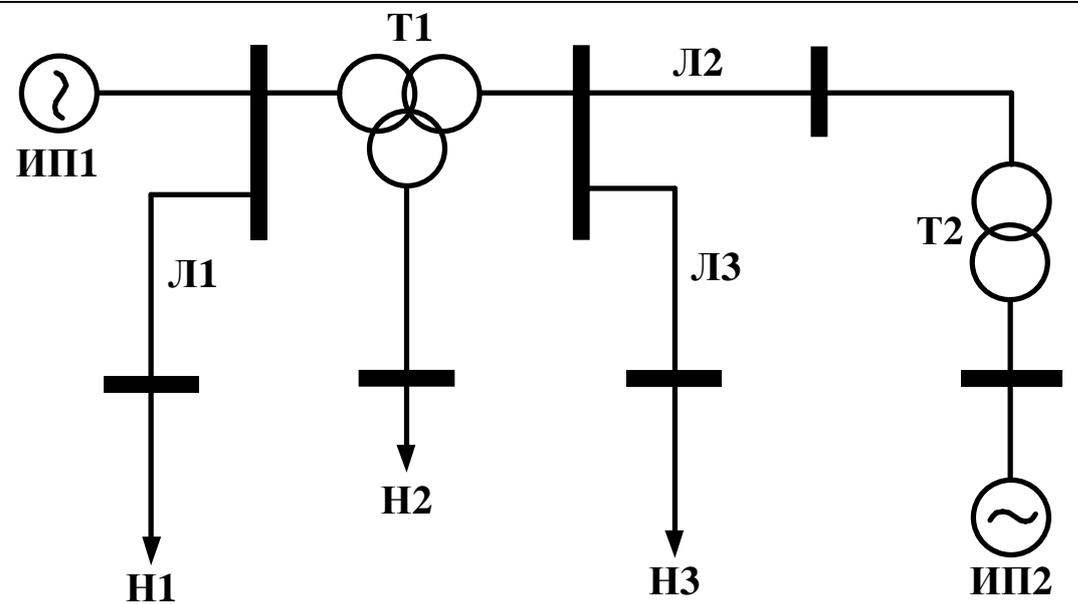
3.



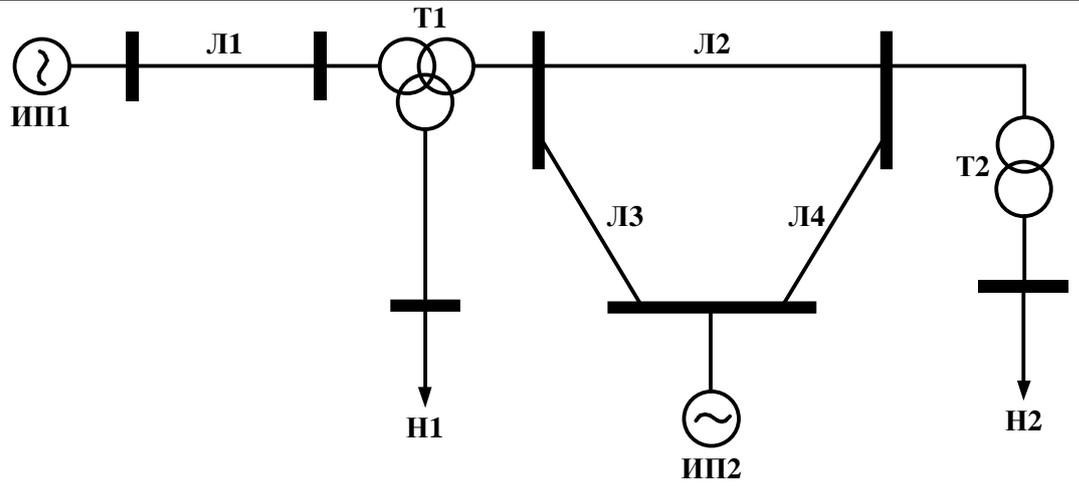
4.



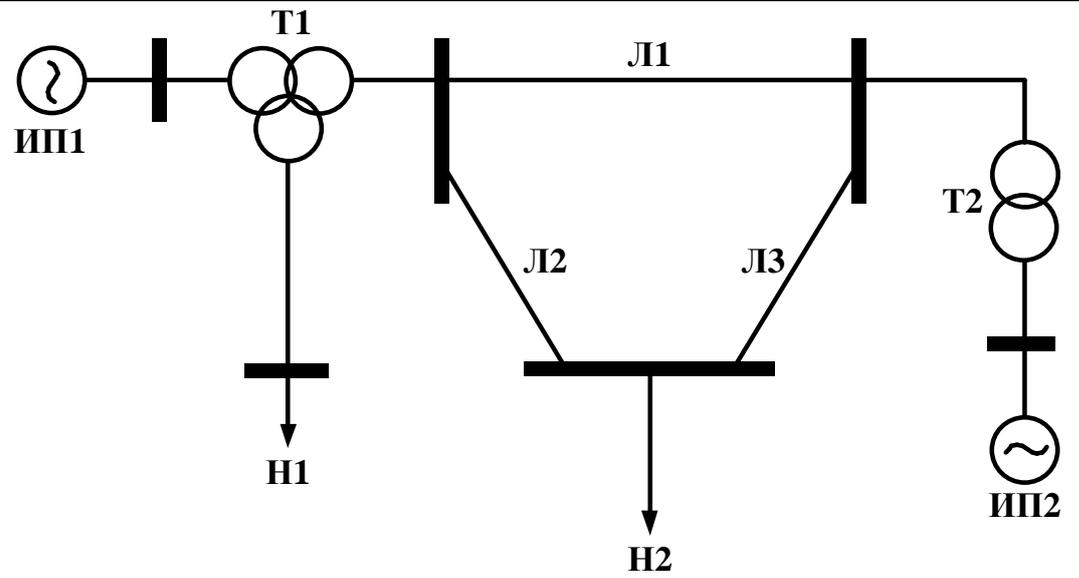
5.



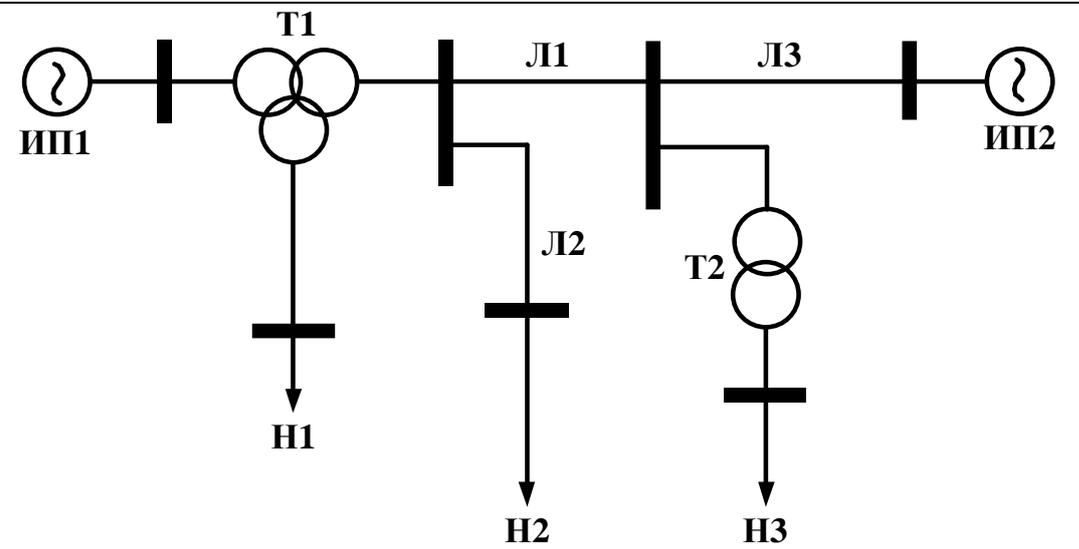
6.



7.



8.



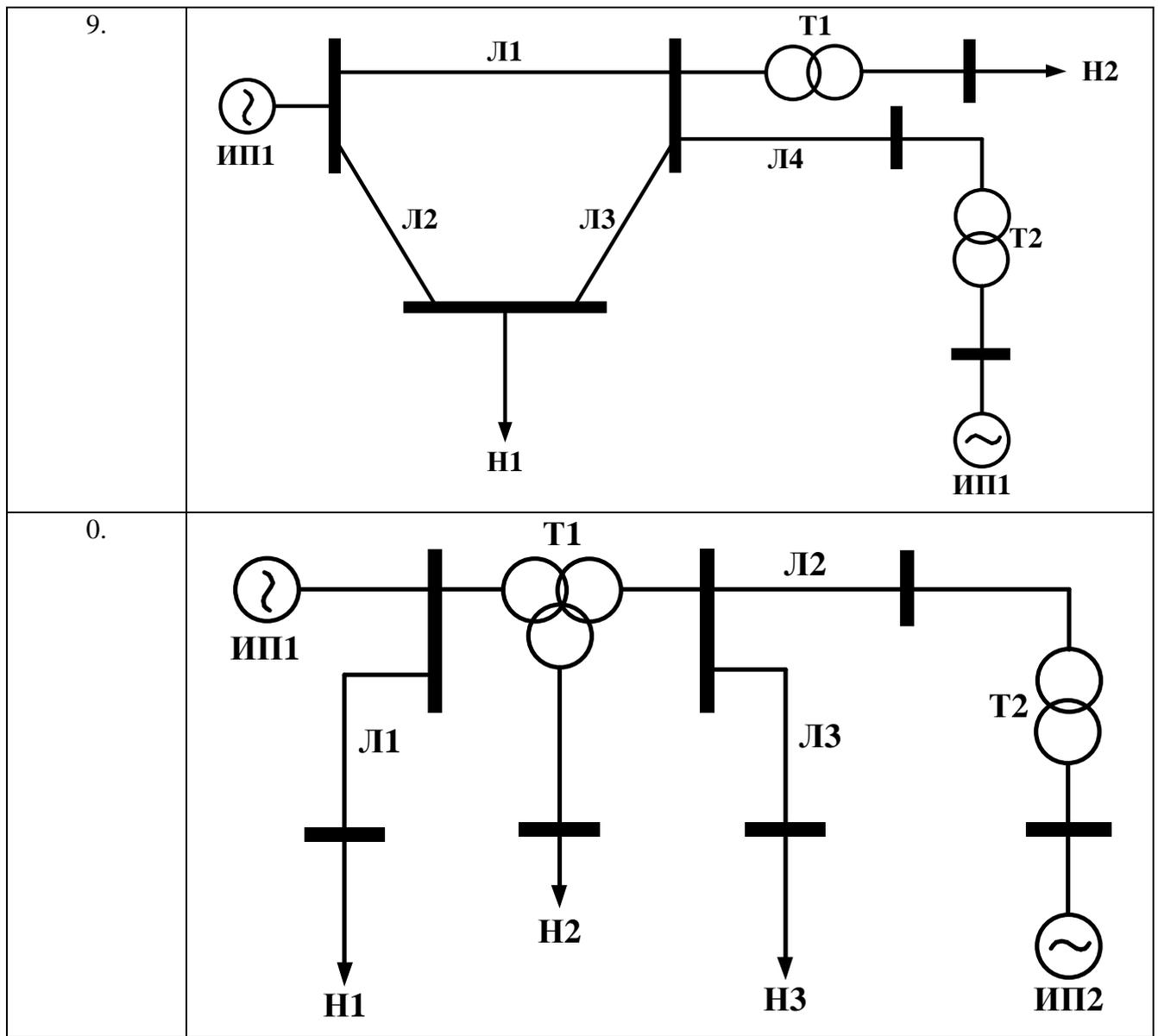


Таблица 2

**Индивидуальные варианты параметров схем замещения ЭЭС**

Параметр	Последняя цифра номера по журналу				
	1, 2	3, 4	5, 6	7, 8	9, 0
$Z_{Л1}$	86+j57	47+j36	65+j51	86+j57	46+j27
$Z_{Л2}$	89+j47	89+j21	89+j21	89+j47	82+j40
$Z_{Л3}$	55+j37,8	57+j69,3	50+j45,3	55+j37,8	55+j37,8
$Z_{Л4}$	75,3+j65,8	68+j16	95+j49,3	75,3+j65,8	86,3+j65,8
$Z_{Л5}$	47,3+j25,8	42+j12	39+j62,7	52+j14	4,3+j6,8
$Z_{Т1}$	j35	j45	j57,6	j46,5	j47
$Z_{Т2}$	j14,5	j39	j23	j35	j28
$Z_{1АТ}$	j6,8	j9	j7	j9	j8
$Z_{2АТ}$	10	11	9	4	6
$Z_{3АТ}$	j14	j15	j15	j20	j18
$Z_{1Т1}$	-j42,3	j78	-j55	-j86	-j3
$Z_{2Т1}$	j41,8	j49	j37	j57	j8
$Z_{3Т1}$	j41,8	35	j30	j57	j7,8
$Z_{1Т2}$	j10	j17,4	j45	j54,5	j17
$Z_{2Т2}$	7	14	34	42	j32

Z <sub>ЭТ2</sub>	j6	j9	j7	j26	j33
U <sub>ИП1</sub>	230	230/√3	220/√3	127/√3	115/√3
E <sub>ИП2</sub>	U <sub>ИП1</sub> e <sup>0,1·n·π·j</sup>				
E <sub>ИП3</sub>	U <sub>ИП1</sub> e <sup>0,2·n·π·j</sup>				
E <sub>ИП4</sub>	U <sub>ИП1</sub> e <sup>-0,1·n·π·j</sup>				
E <sub>Н1</sub>	0,95U <sub>ИП1</sub> e <sup>0,1·n·π·j</sup>				
E <sub>Н2</sub>	0,95U <sub>ИП1</sub> e <sup>0,2·n·π·j</sup>				
E <sub>Н3</sub>	0,95U <sub>ИП1</sub> e <sup>-0,1·n·π·j</sup>				
E <sub>Н4</sub>	0,95U <sub>ИП1</sub> e <sup>0,15·n·π·j</sup>				

В заключении сделать выводы по проделанной работе. Составить список использованной литературы.

## Структура отчета расчетно-графического задания

Расчетно-графическое задание должно содержать следующие обязательные разделы:

Титульный лист с указанием **номера зачетной книжки** и **номера по журналу**.

Содержание.

Введение (цель работы, исходные данные и постановка задачи).

Выполнение задания.

Заключение (выводы по проделанной работе).

Список литературы.

Список литературы выполняется в соответствии с ГОСТ 7.0.100-2018 СИБИД «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие правила составления».

## Правила оформления расчетно-графического задания

Текстовый документ выполняется на одной стороне белой (писчей) бумаги формата А4 (210×297) с использованием ПК (персонального компьютера) в текстовом редакторе Microsoft Word for Windows. Текст документа выполняют, соблюдая следующие размеры полей: правое – 10 мм, левое – не менее 25 мм, верхнее, нижнее – 20 мм. Рамки не предусматриваются.

При выполнении текста документа с помощью ПК следует соблюдать следующие требования:

– шрифт Times New Roman, размер (кегель) – 14, стиль (начертание) – обычный, цвет текста – авто;

– выравнивание – по ширине; красная (первая) строка (отступ) – 1 см; межстрочный интервал – 1,5;

– автоматический перенос слов.

Заголовки разделов следует выполнять шрифтом Times New Roman Cyr, стиль (начертание) полужирный, прописными буквами, размер (кегель) – 14; подразделов –

шрифтом Times New Roman Cyr, стиль (начертание) – полужирный, размер – 14; пунктов – шрифтом Times New Roman Cyr, стиль – обычный, размер 14; текст документа – шрифтом Times New Roman Cyr, стиль – обычный, размер 14.

При выполнении документа на ПК расстояние между заголовком раздела и заголовком подраздела – два интервала (12 пт).

Расстояние между заголовком раздела и текстом, если заголовок подраздела отсутствует – два интервала (12 пт).

Расстояние между заголовком подраздела и текстом – один интервал.

Расстояние между текстом и заголовком подраздела – два интервала.

## Список рекомендуемой литературы

1. Электрические системы. Математические задачи электроэнергетики: Учебник для студентов вузов / Под ред. В.А. Веникова – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1981. – 288 с.
2. Электрические системы. Электрические сети: учебник для электроэнергетических специальностей вузов / ред.: В. А. Веников, В. А. Строкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Высшая школа, 1998. – 511 с.
3. Математические задачи энергетики: учебное пособие / Г. Б. Белых, А. Н. Шеметов, Ю. Н. Кондрашова [и др.]. – Магнитогорск: МГТУ им. Г.И. Носова, 2019. – 176 с. – ISBN 978-5-9967-1666-1. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/162555>.
4. Шубович, А. А. Постановка и решение математических задач в области электроэнергетики: учебное пособие / А. А. Шубович, Ю. М. Перевозкина. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2019. – 124 с. – Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. – URL: <https://e.lanbook.com/book/139225>.
5. Кормилицын Д.Н., Мешкова Ю.С. Математические задачи электроэнергетики: Учеб. пособие / ФГБОУВО «Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина». – Иваново, 2020. – 136 с.
6. Ушаков, В. Я. Электроэнергетические системы и сети: учебное пособие для бакалавриата и магистратуры / В. Я. Ушаков; Нац. исслед. Томский политехн. ун-т. – Москва: Юрайт, 2016. – 446 с.
7. Идельчик, В.И. Электрические системы и сети: учебник для студентов электроэнергетических специальностей /В. И. Идельчик. – 2-е изд., стер. – Москва: Альянс, 2009. – 592 с.
8. Теоретические основы электротехники: учебник для вузов: для самостоятельного изучения курса / К. С. Демирчян, Л. Р. Нейман, Н. В. Коровкин и др. – 4-е изд., доп. – Санкт-Петербург [и др. ]: Питер, 2006. – Т. 1. – 462 с.
9. Математические задачи электроэнергетики: методические материалы к лабораторным работам / В. П. Булавочкин. – Ульяновск: УлГТУ, 2018. – 87 с.