

**Компонент ОПОП 08.03.01 Строительство**  
**Промышленное и гражданское строительство**  
наименование ОПОП

**Б.1.О.23**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Электроснабжение зданий,  
сооружений и строительных площадок**

---

Разработчик:  
Вопиловский Сергей Симонович,  
доцент кафедры строительства,  
энергетики и транспорта  
должность  
кандидат экономических наук, доцент  
ученая степень, звание

Утверждено на заседании кафедры  
строительства, энергетики и транспорта  
наименование кафедры  
протокол № 07 от 07. 03. 2024 г.

Заведующий кафедрой СЭиТ



подпись

Челтыбашев А.А.  
ФИО

**Мурманск  
2024**

**Пояснительная записка**

**Объем дисциплины 4 з.е. (144 ч.)**

**1. Результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой**

<b>Компетенции</b>	<b>Индикаторы достижения компетенций</b>	<b>Результаты обучения по дисциплине (модулю)</b>
<p><b>ОПК-3</b> Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства</p> <p><b>ОПК-4</b> Способен использовать в профессиональной деятельности распорядительную и проектную документацию, а также нормативные правовые акты в области строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства</p> <p><b>ОПК-6</b> Способен принимать решения в профессиональной сфере, используя теоретические основы и нормативную базу строительства, строительной индустрии и жилищно-коммунального хозяйства</p>	<p>Использует методы анализа и моделирования линейных и нелинейных цепей постоянного и переменного ток</p> <p>Использует методы расчета переходных процессов в электрических цепях постоянного и переменного тока</p> <p>Применяет знания основ теории электромагнитного поля и цепей с распределенными параметрами</p> <p>Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств</p> <p>Анализирует установленные режимы работы трансформаторов и вращающихся электрических машин различных типов, использует знание их режимов работы и характеристик</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– основные определения, топологические параметры и законы, характеризующие электрические и магнитные цепи;</li> <li>– методы расчёта электрических цепей постоянного и переменного тока и магнитных цепей;</li> <li>– принципы действия, конструкции, рабочие характеристики, области применения и потенциальные возможности электромагнитных устройств, электрических машин, электронных устройств и современных средств измерения электрических и неэлектрических физических величин электрическими методами;</li> <li>– электротехническую терминологию и символику, условно - графическое и изображение элементов электрических цепей;</li> <li>– принцип работы цифровых средств измерения физических величин, и их возможности.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– выполнять расчёты электрических и магнитных цепей;</li> <li>– выполнять экспериментальные исследования электротехнических устройств и определять их параметры;</li> <li>– выполнять измерения электрических и неэлектрических величин современными средствами измерений;</li> <li>– правильно включать электротехнический аппараты и машины с электроприводами, управлять режимами их работы и обеспечивать их эффективную, и безаварийную работу;</li> <li>– обоснованно и рационально выбирать электротехническое оборудование;</li> <li>– анализировать результаты измерений рабочих параметров электрооборудования и на этом основании делать правильные выводы и выполнять практические действия по корректировке режимов работы и дальнейшей эксплуатации;</li> <li>– составлять техническую документацию, необходимую для профессиональной деятельности, и проверять правильность ее оформления.</li> </ul>

		<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>– практическими навыками сборки и чтения электрических схем, выбора средств измерения, правильной их эксплуатации и эффективного применения;</li> <li>– практическими навыками подготовки к работе, включения, изменения режимов работы, контроля в процессе работы, остановки и вывода из действия электрооборудования;</li> <li>– навыками анализа электрических и электронных цепей в различных режимах работы;</li> <li>– опытом работы с действующими федеральными законами, нормативными и техническими документами, необходимыми для осуществления профессиональной деятельности;</li> <li>– навыками моделирования цепей с использованием пакета прикладных программ для выполнения экспериментов и анализа результатов;</li> <li>– навыками постановки и формулировки целей, выбора путей их достижения с использованием современных технологий.</li> </ul>
--	--	--

## **2. Содержание дисциплины (модуля)**

### **Тема 1. Основы электротехники**

Постоянный электрический ток. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Закон Ома, Виды соединений проводников. Нагревание проводов током и потери электроэнергии. Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции. Переменный однофазный ток. Сопротивление в цепях переменного тока. Мощность переменного тока. Понятие и трехфазном токе и его получении. Электроизмерительные приборы.

### **Тема 2. Основные сведения о системах электроснабжения и электроустановках**

Основные понятия и определения. Источники электроснабжения и электроустановки. Технология строительных работ. Система электроснабжения объектов строительства. Потребители и электроприемники в системах электроснабжения строительного производства.

### **Тема 3. Электропривод строительных машин**

Основы электропривода. Режимы работы и характеристики асинхронных электродвигателей. Уравнение движения электропривода. Переходные процессы в электроприводе. Выбор электродвигателя для электропривода. Схемы управления электроприводами.

### **Тема 4. Электронагрев в строительном производстве**

Электрические установки нагрева воды. Электрические установки для обогрева. Электропрогрев бетона. Электропрогрев грунта. Электроотопление замороженных трубопроводов. Разогрев битума. Сушка древесины токами высокой частоты.

### **Тема 5. Электросварка и термическая обработка металлов**

Электрическая сварка. Электрические печи. Электротермическая обработка деталей. Электроискровая обработка металлов.

### **Тема 6. Трансформаторные подстанции**

Назначение и классификация трансформаторных подстанций. Схемы главных подстанций предприятий. Открытые распределительные устройства на подстанциях. Закрытые распределительные устройства. Потребительские трансформаторные подстанции. Выбор трансформаторов подстанций строительных площадок. Выбор местоположения трансформаторных подстанций. Электрические измерения и учет электроэнергии в электроустановках. Электростанции строительных площадок.

## **Тема 7. Электрические аппараты**

Физические процессы в электрических аппаратах. Коммутационные аппараты высокого напряжения. Высоковольтные предохранители и разрядники. Измерительные трансформаторы. Выбор аппаратов высокого напряжения. Аппараты распределения электроэнергии низкого напряжения и управления. Выбор электрических аппаратов низкого напряжения.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных/практических/контрольных работ (выбрать) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ в разделе [«Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным»](#).

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе [«Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным»](#). ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

**5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

#### ***Основная литература***

1. Методические указания для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Электротехника».
2. Власов А.Б. Лабораторный практикум «Электротехника», Мурманск 2010г.-180 экз.
3. Власов А.Б., Черкесова З.Н. Учебное пособие: «Задачи и методы их решения по курсу «Электротехника и электроника», Мурманск 2009г.-150 экз.
4. Баев Н.Г., Широкоступ Е.Я., Шиян А.Ф. Учебное пособие: «Электротехника в примерах и задачах», Мурманск 2010г., 100 экз.
5. Власов А.Б. Учебное пособие: «Электроника» - часть 1. Элементы электронных схем. Мурманск 2007г.-150 экз.
6. Власов А.Б. Учебное пособие: «Электроника» - часть 2. Основные аналоговые элементы и узлы электронной аппаратуры. Мурманск 2007г. – 150 экз.
7. Власов А.Б. Учебное пособие: «Электроника» - часть 3. Основные цифровые элементы и узлы электронной аппаратуры. Мурманск 2008г.- 150 экз.
8. Ремезовский В.М., Урванцев В.И. Учебное пособие: «Информационно-измерительные управляющие системы теплоэнергетических установок», Мурманск - 2011г. - 100 экз.

#### ***Дополнительная литература***

1. Белов, Н. В. Электротехника и основы электроники : учеб. пособие для вузов / Н. В. Белов, Ю. С. Волков. - Санкт-Петербург ; Москва ; Краснодар : Лань, 2012. - 430 с. (4 экз.);
2. Ушаков, В. Н. Электротехника и электроника : учеб. пособие для вузов / В. Н. Ушаков. - Москва : Радио и связь, 1997. - 328 с. (10 экз.)

## 6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

### а) электронные образовательные ресурсы (ЭОР):

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» - URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>
- 4) Российское образование. Федеральный образовательный портал - Режим доступа: [www.edu.ru](http://www.edu.ru);
- 5) Министерство образования и науки Российской Федерации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://mon.gov.ru>;
- 6) Российская государственная библиотека [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.rsl.ru>;
- 7) Официальный интернет-портал правовой информации [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.parvo.gov.ru>;
- 8) ОДУ Северо-Запада [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.soups.ru/index.php?id=odu\\_northwest](https://www.soups.ru/index.php?id=odu_northwest)
- 9) ПАО «Россети» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://www.rosseti.ru/about/company/>

### б) электронно-библиотечные системы (ЭБС):

№ п/п	Дисциплина	Ссылка на информационный ресурс	Наименование разработки в электронной форме	Доступность/срок действия договора
1.	Электроснабжение зданий, сооружений и строительных площадок	<a href="https://www.studentlibrary.ru">https://www.studentlibrary.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет / Договор № 19/37 от 11.03.2019 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к базе данных «Электронная библиотека технического ВУЗа» («ЭБС Консультант студента»). Исполнитель ООО «Политехресурс». Протокол заседания кафедры ЭЭ от 17.05.2019 г. №9
2.	Электроснабжение зданий, сооружений и строительных площадок	<a href="https://www.iprbookshop.ru">https://www.iprbookshop.ru</a>	Электронно-библиотечная система (ЭБС)	Индивидуальный неограниченный доступ из любой точки, в которой имеется доступ к сети Интернет/ Лицензионный договор № 4979/19 от 01.04.2019 г. на оказание услуг по предоставлению доступа к электронно-библиотечной системе «IPRbooks». Исполнитель ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». Протокол заседания кафедры ЭЭ от 17.05.2019 г. №9

## **7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства**

1. Операционная система Microsoft Windows Vista Business Russian Academic OPEN лицензия № 44335756 от 29.07.2008 (договор №32/379 от 14.07.08)
2. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, лицензия № 47233444 от 30.07.2010 (договор №32/285 от 27.07.2010)
3. Математический пакет PTC MathCAD V14-V15 University Department Perpetual Floating, Service Contract 9A1518564 от 04.12.2009 (договор №32/352 от 15.12.2009)
4. Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment) 8.0.4 , номер лицензии L3477-6735 от 20.11.2012 (договор №26/32/277 от 15.11.2012)
5. MathWorks MATLAB 2009 /2010 License Number 619865 от 11.12.2009 (договор №32/356) от 10.12.2009)
6. Microsoft Visual Studio 2010 Professional – участие в академической программе Microsoft Imagine Premium (700514554) (счет (договор-оферта) №Tr000159698 от 18.05.2017 г.)
7. Программное обеспечение «АСОП-Эксперт», лицензионный договор № 41/17-04/2017/16 от 07.12.2017.
8. «Тренажер по оперативным переключениям» МОДУС версия 5.2 – лицензионный договор № Э-36-2011 от 27.11.2011.
9. Программное обеспечение «АСОП Наставник» – договор № 12-09-АН от 22.01.2009.
10. Программное обеспечение «Коммутационное оборудование на напряжение свыше 1000 В» - ООО Студио Конкр - Договор № 18/2006 от 12.12.06.
11. Программное обеспечение «Программно-информационный комплекс АСОП-Инфосреда» - ЗАО Энергетические тех - Договор № 2/2007 от 22.01.07.
12. Программное обеспечение Компьютерный тренажер действий эксплуатационного персонала ГЭС - ОАО ЛьвовОР - Договор № 2004.2 от 17.09.2004.
13. Операционная система Microsoft Windows XP Professional ver 2002 Service Pack 3, лицензия №44335756 от 29.07.2008 г. (договор №32/379 от 14.07.08 г.)
14. Офисный пакет Microsoft Office 2007 Russian Academic OPEN, лицензия № 45676388 от 08.07.2009 (договор 32/224 от 14.07.2009 г.)
15. Офисный пакет Microsoft Office 2010 Russian Academic OPEN, лицензия № 47233444 от 30.07.2010 (договор 32/285 от 27 июля 2010 г.)
16. Wolfram Mathematica Professional (Network Server, Network Increment) 8.x/9.x (сетевая версия), номер лицензии L3477-6735 от 20.11.2012 (договор 26/32/277 от 15 ноября 2012 г.)

## **8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ**

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

**9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)** представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой бакалавриата/специалитета/магистратуры (выбрать), оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;
- лабораторию

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения				
	Очная		Очно -Заочная		
	Семестр	Всего часов	Курс		Всего часов
	4		6	6	
Лекции	18	18	-	16	16
Практические занятия	18	18	-	16	16
Лабораторные работы	-	-	-	-	-
Самостоятельная работа	72	72	-	76	76
Контроль	36	36	-	36	36
<b>Всего часов по дисциплине / из них в форме практической подготовки</b>	144	144	-	144	144
	10	10	-	5	10
<b>Формы промежуточной аттестации и текущего контроля</b>					
Экзамен	+	+	-	+	+
Зачет/зачет с оценкой	-/-	-/-	-	-/-	-/-
Курсовая работа (проект)	-	-	-	-	-
Количество расчетно-графических работ	-	-	-	-	-
Количество контрольных работ	1	1	-	1	1
Количество рефератов	-	-	-	-	-
Количество эссе	-	-	-	-	-

### Перечень практических занятий по формам обучения

№ п\п	Темы практических работ
1	2
<b>Очная форма</b>	
1.	Постоянный электрический ток. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Закон Ома, Виды соединений проводников. Нагревание проводов током и потери электроэнергии.
2.	Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции
3.	Переменный однофазный ток. Сопротивление в цепях переменного тока. Мощность переменного тока.

4.	Понятие и трехфазном токе и его получении. Электроизмерительные приборы.
5.	Основные понятия и определения. Источники электроснабжения и электроустановки.
6.	Технология строительных работ. Система электроснабжения объектов строительства.
7.	Потребители и электроприемники в системах электроснабжения строительного производства
8.	Основы электропривода. Режимы работы и характеристики асинхронных электродвигателей.
9.	Уравнение движения электропривода. Переходные процессы в электроприводе.
10.	Выбор электродвигателя для электропривода. Схемы управления электроприводами.
11.	Электрические установки нагрева воды. Электрические установки для обогрева. Электропрогрев бетона.
12.	Электропрогрев грунта. Электроотогрев замороженных трубопроводов. Разогрев битума. Сушка древесины токами высокой частоты.
13.	Электрическая сварка. Электрические печи. Электротермическая обработка деталей. Электроискровая обработка металлов.
14.	Назначение и классификация трансформаторных подстанций. Схемы главных подстанций предприятий.
15.	Открытые распределительные устройства на подстанциях. Закрытые распределительные устройства.
16.	Потребительские трансформаторные подстанции. Выбор трансформаторов подстанций строительных площадок. Выбор местоположения трансформаторных подстанций
17.	Электрические измерения и учет электроэнергии в электроустановках. Электростанции строительных площадок.
18.	Физические процессы в электрических аппаратах. Коммутационные аппараты высокого напряжения. Высоковольтные предохранители и разрядники.
19.	Высоковольтные предохранители и разрядники. Измерительные трансформаторы. Выбор аппаратов высокого напряжения
20.	Аппараты распределения электроэнергии низкого напряжения и управления. Выбор электрических аппаратов низкого напряжения.
<b>Очно - заочная форма</b>	
1.	Постоянный электрический ток. Проводники, полупроводники и диэлектрики. Закон Ома, Виды соединений проводников. Нагревание проводов током и потери электроэнергии.
2.	Электромагнитная индукция. Закон электромагнитной индукции
3.	Переменный однофазный ток. Сопротивление в цепях переменного тока. Мощность переменного тока.
4.	Понятие и трехфазном токе и его получении. Электроизмерительные приборы.
5.	Основные понятия и определения. Источники электроснабжения и электроустановки.
6.	Технология строительных работ. Система электроснабжения объектов строительства.
7.	Потребители и электроприемники в системах электроснабжения строительного производства
8.	Основы электропривода. Режимы работы и характеристики асинхронных электродвигателей.
9.	Уравнение движения электропривода. Переходные процессы в электроприводе.
10.	Выбор электродвигателя для электропривода. Схемы управления



	электроприводами.
11.	Электрические установки нагрева воды. Электрические установки для обогрева. Электропрогрев бетона.
12.	Электропрогрев грунта. Электроотогрев замороженных трубопроводов. Разогрев битума. Сушка древесины токами высокой частоты.
13.	Электрическая сварка. Электрические печи. Электротермическая обработка деталей. Электроискровая обработка металлов.
14.	Назначение и классификация трансформаторных подстанций. Схемы главных подстанций предприятий.
15.	Открытые распределительные устройства на подстанциях. Закрытые распределительные устройства.
16.	Потребительские трансформаторные подстанции. Выбор трансформаторов подстанций строительных площадок. Выбор местоположения трансформаторных подстанций
17.	Электрические измерения и учет электроэнергии в электроустановках. Электростанции строительных площадок.
18.	Физические процессы в электрических аппаратах. Коммутационные аппараты высокого напряжения. Высоковольтные предохранители и разрядники.
19.	Высоковольтные предохранители и разрядники. Измерительные трансформаторы. Выбор аппаратов высокого напряжения
20.	Аппараты распределения электроэнергии низкого напряжения и управления. Выбор электрических аппаратов низкого напряжения.

### Темы выполнения контрольных работ

№ п\п	Темы контрольных работ
1	2
	<b>Очная форма</b>
1	Электромагнитные устройства и трансформаторы
2	Электрические машины постоянного тока
3	Асинхронные электрические машины
4	Синхронные электрические машины
5	Электропривод и счетчик электрической энергии
6	Электроснабжение объектов
7	Электроснабжение жилых и общественных зданий
	<b>Очно -заочная форма</b>
1	Электромагнитные устройства и трансформаторы
2	Электрические машины постоянного тока
3	Асинхронные электрические машины
4	Синхронные электрические машины
5	Электропривод и счетчик электрической энергии
6	Электроснабжение объектов
7	Электроснабжение жилых и общественных зданий

### Вопросы к экзамену

№ п/п	Вопрос
1.	Постоянный электрический ток.
2	Проводники, полупроводники и диэлектрики
3	Виды соединений проводников
4	Нагревание проводов током и потери электроэнергии.
5	Электромагнитная индукция
6	Закон электромагнитной индукции.
7	Переменный однофазный ток
8	Сопротивление в цепях переменного тока
9	Источники электроснабжения и электроустановки.
10	Технология строительных работ.
11	Система электроснабжения объектов строительства.
12	Потребители и электроприемники в системах электроснабжения строительного производства.
13	Основы электропривода..
14	Режимы работы и характеристики асинхронных электродвигателей.
15	Уравнение движения электропривода.
16	Переходные процессы в электроприводе.
17	Выбор электродвигателя для электропривода.
18	Схемы управления электроприводами.
19	Электрические установки нагрева воды. Электрические установки для обогрева.
20	Электропрогрев бетона. Электропрогрев грунта
21	Электроотопгрев замороженных трубопроводов. Разогрев битума.
22	Электрическая сварка.
23	Электротермическая обработка деталей.
24	Электроискровая обработка металлов.
25	Назначение и классификация трансформаторных подстанций.
26	Схемы главных подстанций предприятий.
27	Открытые распределительные устройства на подстанциях.
28	Закрытые распределительные устройства.
30	Потребительские трансформаторные подстанции
31	Выбор трансформаторов подстанций строительных площадок.
32	Выбор местоположения трансформаторных подстанций.
33	Электрические измерения и учет электроэнергии в электроустановках.
34	Электростанции строительных площадок.
35	Физические процессы в электрических аппаратах.
36	Коммутационные аппараты высокого напряжения.
37	Высоковольтные предохранители и разрядники.
38	Измерительные трансформаторы.
39	Выбор аппаратов высокого напряжения
40	Аппараты распределения электроэнергии низкого напряжения и управления.
41	Выбор электрических аппаратов низкого напряжения.

## Практические задания к экзаменационным билетам

### Задача 1

В схеме 1.5. определить эквивалентное сопротивление, если  $R_1 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 1,2 \text{ Ом}$ .

### Задача 2

В схеме 1,6 определить эквивалентное сопротивление, если  $R_1 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 4 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 12 \text{ Ом}$ ,  $R_4 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_5 = 4 \text{ Ом}$

### Задача 3

В схеме 1.8 дано:  $P_2 = 72 \text{ Вт}$ ,  $R = 1,4 \text{ Ом}$ ,  $R_1 = 8 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 2 \text{ Ом}$ . Определить  $E$ ,  $I_1$ ,  $I_2$ .

### Задача 4

В схеме 1.11 сделать преобразование до двух контуров.  $R_1 = R_6 = 2 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 1 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = R_4 = R_5 = 3 \text{ Ом}$ .

### Задача 5

В схеме 1.12 известны следующие параметры:  $E_1 = 10 \text{ В}$ ,  $E_2 = 5 \text{ В}$ ,  $R_1 = 2,4 \text{ Ом}$ ,  $R_2 = 1,4 \text{ Ом}$ ,  $R_3 = 0,8 \text{ Ом}$ . Определить токи ветвей по методу контурных токов. Проверить расчет с помощью баланса мощностей.