

ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

*Кафедра математики, физики и информатики*

---



## **МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ**

*по получению первичных профессиональных  
умений и навыков*

---

**Направления подготовки**

13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

---

**Квалификация (степень) выпускника** бакалавр

**Форма обучения** заочная

**Институт** энергетики и природопользования

---

Брянская область

2017

УДК 002.5/6:621.31(076)

ББК 32.81:31.19

П 30

**Петракова Н.В.** Методические указания и задания по учебной практике по получению первичных профессиональных умений и навыков для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» заочной формы обучения. / Н.В. Петракова. – Брянск. Издательство БГАУ, 2017 - 28 с.

Методические указания по учебной практике по получению первичных профессиональных умений и навыков разработаны для студентов направления подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» заочной формы обучения.

Методические указания содержат цели, задачи учебной практики, требования к порядку организации и проведению практики, содержанию, оформлению отчетности, а также критерии оценки прохождения практики и защиты отчетов.

**Рецензент:** доцент кафедры математики, физики и информатики,  
к.э.н. Вerezубова Н.А.

© Н.В. Петракова, 2017

© Брянский ГАУ, 2017

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>ВВЕДЕНИЕ</b>	4
<b>1. ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИКУ</b>	5
1.1. Работа в САПР КОМПАС-3D	5
1.2. Решение типовых электротехнических задач в Microsoft Excel	5
1.3. Подготовка отчета в Microsoft Word	10
<b>2. ОТЧЕТ ПО ПРАКТИКЕ</b>	10
2.1. Структура отчета по учебной практике	10
2.2. Требования к оформлению отчета по учебной практике	11
<b>3. ЛИТЕРАТУРА</b>	12
<b>ПРИЛОЖЕНИЯ</b>	13

## ВВЕДЕНИЕ

В современных условиях требования рынка труда к выпускникам вузов значительно выросли, что потребовало создания последовательной, научно-обоснованной системы подготовки кадров, важное место в которой отводится практической форме обучения.

Эффективно организованная учебная практика сокращает разрыв между теоретическим обучением и практической деятельностью специалистов. В процессе прохождения практики развиваются профессиональные компетенции будущих специалистов.

Учебная практика студентов-бакалавров является составной частью основной профессиональной образовательной программы высшего образования (ОПОП ВО) и представляет собой одну из форм организации учебного процесса, заключающуюся в профессионально-практической подготовке обучающихся, содействует закреплению теоретических знаний.

Раздел ОПОП ВО бакалавриата «Учебная практика» является обязательным и представляет собой вид учебных занятий, непосредственно ориентированных на профессионально-практическую подготовку студентов.

Учебная практика проводится для приобретения студентами практических навыков работы по направлению подготовки, формирования умений принимать самостоятельные решения на конкретных участках работы в реальных условиях, формирования у студентов целостного представления о содержании, видах и формах профессиональной деятельности.

Практика организуется и проводится на основе программы, в которой определен перечень рассматриваемых вопросов и необходимых для выполнения заданий.

Сроки проведения практики устанавливаются в соответствии с учебным планом и графиком учебного процесса на соответствующий учебный год.

**Цель учебной практики** – развитие профессиональных компетенций, которые включают: закрепление и углубление теоретических знаний, полученных в процессе обучения в университете, приобретение необходимых практических умений и навыков работы в соответствии с выбранным направлением профессиональной подготовки.

## 1. ЗАДАНИЯ НА ПРАКТИКУ

Задания выдаются студентам руководителем практики. Объем выполненных заданий не должен превышать 10-15 страниц отчета по практике, включая приложения.

Типовое задание по учебной практике состоит из трех частей:

1. изучение основ работы в системе автоматизированного проектирования КОМПАС-3D;
2. решение прикладных задач в Microsoft Excel;
3. подготовка отчета по учебной практике в Microsoft Word.

### 1.1. Работа в САПР КОМПАС-3D

*Задание 1.* Начертить схему цепи синусоидального тока в программе КОМПАС-3D. Студент самостоятельно подбирает электрическую схему и согласовывает ее с руководителем практики. По согласованию с руководителем возможно выполнение данного задания в других аналогичных САПР (AutoCAD и пр.).

В отчете сделать краткое описание выполненной работы, чертеж электрической схемы разместить в приложении.

### 1.2. Решение типовых электротехнических задач в Microsoft Excel

*Задание 2.* Пусть имеется генератор постоянного тока с ЭДС ( $E$ ) и внутренним сопротивлением ( $r$ ) (рис. 1).

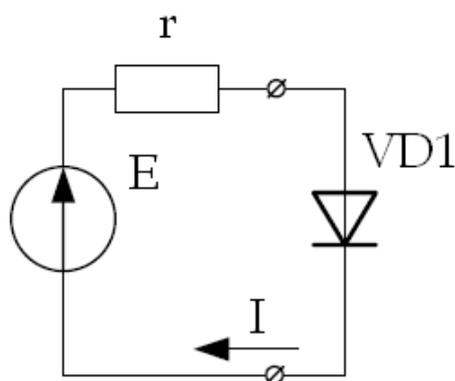


Рис. 1. Электрическая схема

К генератору подключен идеальный диод VD1. По цепи протекает ток  $I$ . Температура диода  $T = 300$  К. Обратный ток диода  $I_0 = 10 \cdot 10^{-18}$  А. Исходные данные по варианту приведены в таблице 1.

**Таблица 1. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**

<b>Вариант</b>	<b>E, В</b>	<b>r, Ом</b>
1	1,1	2
2	1,2	1,9
3	1,3	1,8
4	1,4	1,7
5	1,5	1,6
6	1,6	1,5
7	1,7	1,4
8	1,8	1,3
9	1,9	1,2
10	2	1,1
11	1,1	2
12	1,2	1,9
13	1,3	1,8
14	1,4	1,7
15	1,5	1,6
16	1,6	1,5
17	1,7	1,4
18	1,8	1,3
19	1,9	1,2
20	2	1,1
21	1,1	2
22	1,2	1,9
23	1,3	1,8
24	1,4	1,7
25	1,5	1,6
26	1,6	1,5
27	1,7	1,4
28	1,8	1,3
29	1,9	1,2
30	2	1,1

Требуется графическим способом определить напряжение и мощность на диоде, ток в цепи. Задание выполнить в Microsoft Excel.

Пример подробного описания и оформления задания 2 приведен в Приложении 3.

*Задание 3.* Дана электрическая цепь (рис. 2), состоящая из трех ветвей. Известны величины ЭДС источников и сопротивлений в каждой ветви. Исходные данные по вариантам приведены в таблице 2.

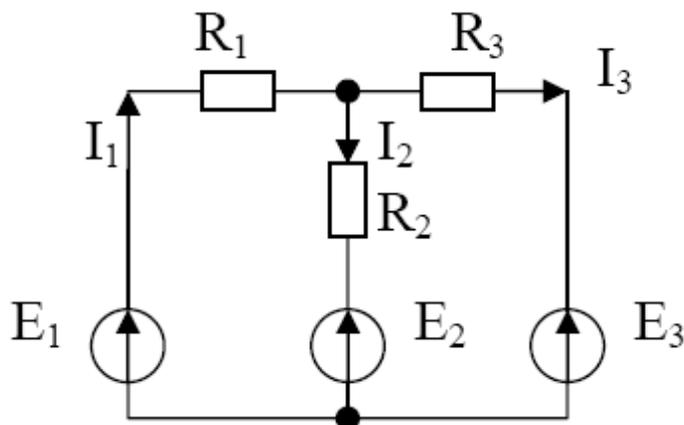


Рис. 2. Цепь постоянного тока

В MS Excel рассчитать токи, протекающие в каждой ветви, методами обратной матрицы и методом Крамера.

Выполнить проверку полученного результата методом обратной матрицы по I закону Кирхгофа (по трем уравнениям системы).

Пример выполнения задания приведен в Приложении 4.

**Таблица 2. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**

Вариант	$E_1, В$	$E_2, В$	$E_3, В$	$R_1, Ом$	$R_2, Ом$	$R_3, Ом$
1	11	5	4	1	2	4
2	10	5	4	1	1	2
3	12	4	3	1	2	2
4	14	7	8	1	2	1
5	15	10	9	1	2	3
6	15	11	10	1	2	2
7	11	3	6	1	2	2
8	10	5	4	1	3	3
9	10	7	5	1	1	1
10	9	4	5	2	2	2
11	11	5	4	1	2	4
12	10	5	4	1	1	2
13	12	4	3	1	2	2
14	14	7	8	1	2	1

15	15	10	9	1	2	3
16	15	11	10	1	2	2
17	11	3	6	1	2	2
18	10	5	4	1	3	3
19	10	7	5	1	1	1
20	9	4	5	2	2	2
21	11	5	4	1	2	4
22	10	5	4	1	1	2
23	12	4	3	1	2	2
24	14	7	8	1	2	1
25	15	10	9	1	2	3
26	15	11	10	1	2	2
27	11	3	6	1	2	2
28	10	5	4	1	3	3
29	10	7	5	1	1	1
30	9	4	5	2	2	2

*Задание 4.* Виток медного провода в виде рамки, укрепленный на стальном цилиндре-роторе известной длины  $L$  (см) и известного диаметра  $v$  (см), вращается с известной частотой  $n$  (об/мин) в радиальном магнитном поле. Концы рамки присоединены к двум половинкам разрезанного медного кольца (коллектора), вращающегося вместе с ротором. К щеткам, наложенным на коллектор, присоединен приемник энергии с известным сопротивлением  $R$  (Ом); суммарное сопротивление самой рамки и соединительных проводов известно –  $r$  (Ом).

Схема устройства представлена на рис. 3, график распределения магнитной индукции в воздушном зазоре известен (рис. 4), известно и значение магнитной индукции  $B_m$  (Тл).

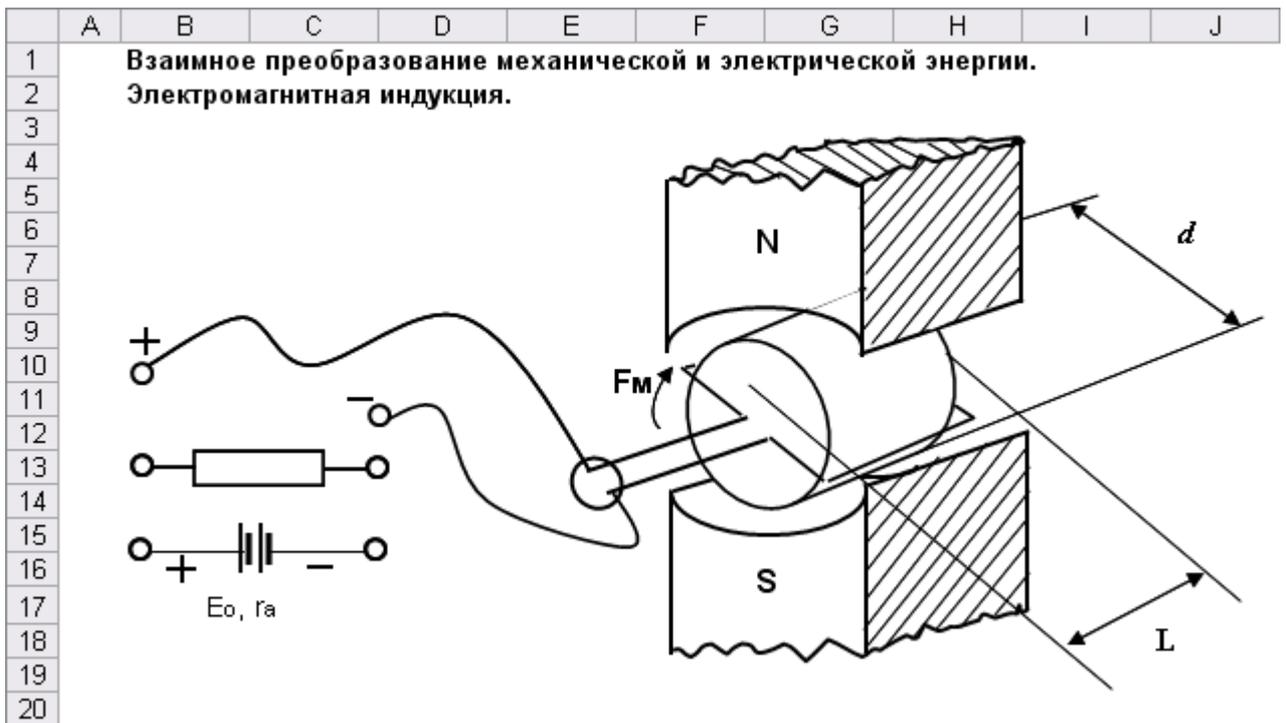


Рис. 3. Схема устройства

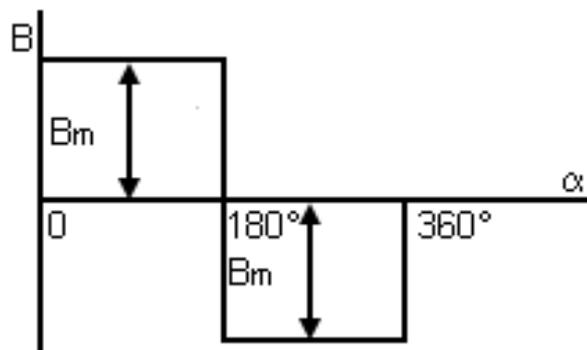


Рис. 4. График распределения магнитной индукции в воздушном зазоре

Требуется рассчитать в MS Excel величину и направление силы, действующей на провода рамки; механический момент, развиваемый двигателем, вращающим рамку, электрическую мощность в рамке.

Исходные данные для расчета ввести произвольно.

Пример выполнения задания приведен в Приложении 5.

**Задание 5.** Рассчитать амортизацию оборудования с начальной стоимостью  $S$  руб., которое эксплуатировалось  $n$  лет и имеет теперь ликвидную стоимость  $S_L$ , руб.

Исходные данные по варианту приведены в таблице 3.

**Таблица 3. ВАРИАНТЫ ЗАДАНИЙ**

<b>Вариант</b>	<b>S, руб.</b>	<b>n, лет</b>	<b>S<sub>L</sub>, руб.</b>
1	100000	5	10000
2	105000	6	11000
3	110000	7	12000
4	115000	8	13000
5	120000	9	14000
6	125000	10	15000
7	130000	5	16000
8	135000	6	17000
9	140000	7	18000
10	145000	8	19000
11	150000	9	20000
12	155000	10	21000
13	100000	5	10000
14	105000	6	11000
15	110000	7	12000
16	115000	8	13000
17	120000	9	14000
18	125000	10	15000
19	130000	5	16000
20	135000	6	17000
21	140000	7	18000
22	145000	8	19000
23	150000	9	20000
24	155000	10	21000
25	100000	5	10000
26	105000	6	11000
27	110000	7	12000
28	115000	8	13000
29	120000	9	14000
30	125000	10	15000

Расчет амортизации выполнить за каждый год, используя разные методы расчета амортизационных отчислений.

Представить результаты расчета графически в виде гистограммы.  
Пример выполнения задания приведен в Приложении 6.

### ***1.3. Подготовка отчета в Microsoft Word***

По завершению выполнения заданий по учебной практике необходимо оформить отчет в текстовом процессоре Microsoft Word, распечатать и сдать руководителю практики.

Форматирование документа должно быть выполнено только с использованием предназначенных для этого инструментов и функций текстового процессора Microsoft Word (выравнивание, списки, заголовки, отступы, интервалы и т.п.).

## **2. ОТЧЕТ ПО ПРАКТИКЕ**

### ***2.1. Структура отчета по практике***

- Титульный лист (пример оформления в Приложении 1)
- Содержание
- Краткое описание выполненных заданий: каждый раздел оформляется в рамке с новой страницы (форма для основной надписи текстовых документов и спецификации представлена в Приложении 2)
- Литература
- Приложения (все выполненные задания в программах КОМПАС-3D и Microsoft Excel, печатать из программы)

### ***2.2. Требования к оформлению отчета по учебной практике***

Отчет должен быть выполнен на стандартных листах бумаги А4. При размещении текста на листе соблюдаются следующие требования ГОСТ 6.38-90. Поля:

- верхнее – 2 см;
- левое – 3 см;
- нижнее – 2 см;
- правое – 1,5 см

Шрифт Times New Roman, 14 пт, междустрочный интервал – одинарный, выравнивание абзаца – по ширине, величина абзацного отступа 1,25 мм.

Листы должны быть пронумерованы. Нумерация сквозная – на титульном листе номер не ставится, на последующих страницах номер проставляют в нижней части листа (справа).

Разделы нумеруются согласно требований ГОСТ 1.5-68 арабскими цифрами и разделяются точками.

Заголовки разделов выполняются с выравнением абзаца – по центру (абзацный отступ 0 мм), начиная с нового листа. Таблицы, рисунки, формулы нумеруются последовательно арабскими цифрами в пределах раздела, если в отчете есть на них ссылки.

Для защиты результатов учебной практики студент может подготовить мультимедийную презентацию, являющийся приложением к отчёту. Презентация должна быть составлена так, чтобы доклад студента об основных результатах практики занял не более 5-6 минут. Презентация может содержать дополнительные материалы, которые могут потребоваться студенту при ответе на вопросы во время защиты учебной практики.

По результатам защиты отчета студенту ставится оценка, которая учитывает:

- полноту содержания и качество выполнения отчета;
- соответствие отчета программе практики и индивидуальному заданию;
- владение материалом отчета.

### ***Основные критерии оценки отчетов по прохождению практики***

№ п/п	Критерии оценки отчетов по прохождению практики	баллы
1	Полнота представленного материала, соответствие программе практики	от 0 до 50 баллов
2	Своевременное представление отчета, качество оформления	от 0 до 20 баллов
3	Защита отчета, качество ответов на вопросы	от 0 до 30 баллов
<b>Итоговый рейтинг отчетов по прохождению практики</b>		<b>100</b>

### 3. ЛИТЕРАТУРА

1. Вerezубова Н.А. Информатика. Учебное пособие по направлению подготовки бакалавров заочной формы обучения /Н.А. Вerezубова, Н.В. Петракова – Брянск. Издательство БГАУ, 2015 - 141 с.
2. Вerezубова Н.А., Петракова Н.В. Текстовый процессор Microsoft Word. Учебно-методическое пособие для студентов и аспирантов. – Брянск. Издательство БГСХА, 2009. – 80 с.
3. Петракова Н.В. Информационные технологии: Учебное пособие /Н.В. Петракова, Н.А. Вerezубова – Брянск. Издательство Брянский ГАУ, 2015. – 184 с.
4. Петракова Н.В. Моделирование систем и процессов. Учебное пособие для бакалавров по направлению 220700 – Автоматизация технологических процессов и производств. – Брянск: Издательство БГСХА, 2014. – 120 с.
5. Петракова Н.В. Решение задач электроэнергетики в среде электронных таблиц. Брянск: Издательство БГСХА, 2014. – 76 с.
6. Петракова Н.В., Вerezубова Н.А., Безик Д.А., Жиряков А.В. Инженерные и экономические расчеты в среде Microsoft Excel. Учебное пособие для студентов экономического, агроинженерного направления и аспирантов. – Брянск. Издательство БГСХА, 2012. – 188 с.

Образец титульного листа

**ФГБОУ ВО БРЯНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

**Кафедра математики, физики и информатики**

**ОТЧЕТ**

**по учебной практике**

*«Практика по получению первичных профессиональных умений и навыков»*

Выполнил: студент \_\_\_\_\_

Группа \_\_\_\_\_

Зачетная книжка № \_\_\_\_\_

Руководитель практики: \_\_\_\_\_

Оценка \_\_\_\_\_

Дата \_\_\_\_\_

**Брянская область**

**2017**

### Пример оформления дневника практики

Дата	Содержание работы	Подпись руководителя практики
10.07.17	Изучение санитарно-эпидемиологических правил и нормативов СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 «Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы». Получение задания на учебную практику. Анализ задания. Изучение требований к выполнению заданий и оформлению отчета.	
11.07. – 12.07.17	Выполнение задания №1 в САПР КОМПАС-3D. Работа с литературой, оформление задания.	
13.07. – 14.07.17	Выполнение задания №2 Графическое решение системы нелинейных уравнений. Оформление задания.	
15.07. – 16.07.17	Выполнение задания №3 Решение СЛАУ на примере цепей постоянного тока методом обратной матрицы и методом Крамера. Оформление задания.	
17.07. – 18.07.17	Выполнение задания №4 Взаимное преобразование механической и электрической энергии. Оформление задания.	
19.07. – 20.07.17	Выполнение задания №5 Расчет амортизационных отчислений различными методами. Оформление задания.	
21.07. – 23.07.17	Оформление, печать отчета и заданий по практике.	
	Защита отчета по практике.	

*Приложение 2*

Форма для основной надписи текстовых документов и спецификации

<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Разраб.</i>										
<i>Провер.</i>										
<i>Реценз.</i>										
<i>Н. Контр.</i>										
<i>Утверд.</i>										

Форма для основной надписи на последующих листах текстовых документов и спецификации

										<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>						

## 2. РЕШЕНИЕ ТИПОВЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАЧ В MICROSOFT EXCEL

**Задание 2.** Пусть имеется генератор постоянного тока с ЭДС ( $E$ ) и внутренним сопротивлением ( $r$ ) (рис. 2.1). К генератору подключен идеальный диод VD1. По цепи протекает ток  $I$ .

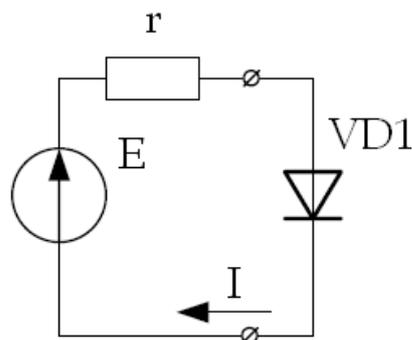


Рис. 2.1. Электрическая схема

Имеются следующие исходные данные:

ЭДС  $E = 1$  В

Сопротивление  $r = 1$  Ом

Температура диода  $T = 300$  К

Обратный ток диода  $I_0 = 10 \cdot 10^{-18}$  А

Требуется графическим способом определить напряжение и мощность на диоде, ток в цепи.

### Получение системы нелинейных уравнений

Согласно второму закону Кирхгофа ЭДС генератора  $E$  уравновешивается падением напряжения на сопротивлении  $r$  и напряжением на диоде VD1

$$E = I \cdot r + U \quad (1)$$

или

$$I = \frac{E - U}{r}$$

Вольтамперная характеристика диода описывается уравнением

$$I = I_0 \cdot \left( e^{\frac{U \cdot q}{k \cdot T}} - 1 \right) \quad (2)$$

					ОП МФИ.075 010.002 ПЗ		
Изм.	Лист	№ док.	Подпись	Дата			
Разраб.	Фамилия студента				Лит.	Лист	Листов
Провер.	Петракова Н.В.					3	15
Реценз.					Задание 2. БГАУ Е411		
Н. Контр.							
Утверд.							

где  $I_0$  – тепловой (обратный) ток р-п-перехода,

$U$  – напряжение, приложенное к р-п-переходу,

$q = 1,6 \cdot 10^{-19}$  Кл – заряд электрона,

$k = 1,38 \cdot 10^{-23} \frac{\text{Дж}}{\text{К}}$  – постоянная Больцмана,

$T$  – температура р-п-перехода.

С учетом (1) и (2) составим систему нелинейных уравнений

$$\begin{cases} I = I_0 \left( e^{\frac{U \cdot q}{k \cdot T}} - 1 \right) \\ I = \frac{E - U}{r} \end{cases} \quad (3)$$

Подставим численные значения из условий задачи и произведем вычисления с помощью табличного процессора MS Excel (рис. 2.2):

$$\begin{cases} I = I_0 \left( e^{\frac{U \cdot q}{k \cdot T}} - 1 \right) = 10 \cdot 10^{-18} \cdot \left( e^{\frac{U \cdot 1,6 \cdot 10^{-19}}{1,38 \cdot 10^{-23} \cdot 300}} - 1 \right) = 10^{-17} \cdot (e^{U \cdot 38,647} - 1) \\ I = \frac{E - U}{r} = \frac{1 - U}{1} = 1 - U \end{cases} \quad (4)$$

A1		:	$\times$	$\checkmark$	$f_x$	=(1,6*СТЕПЕНЬ(10;-19))/(1,38*СТЕПЕНЬ(10;-23)*300)			
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	38,647								

Рис. 2.2. Результат вычисления в MS Excel

### Технология решения задачи в MS Excel

Графическим решением системы двух уравнений (4) является точка пересечения функций  $f_1$  и  $f_2$ .

Введем две функции переменной  $U$

$$\begin{cases} f_1(U) = 10^{-17} \cdot (e^{U \cdot 38,647} - 1) \\ f_2(U) = 1 - U \end{cases} \quad (5)$$

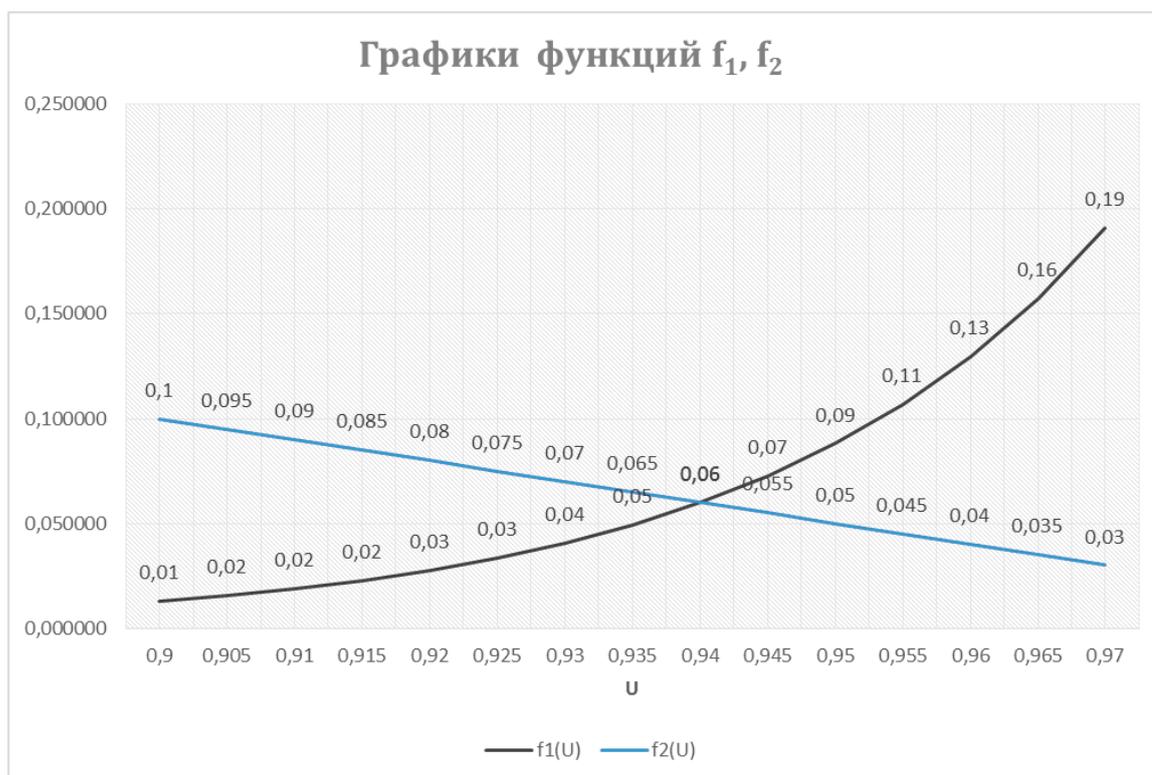
Пусть переменная  $U$  изменяется в пределах от 0,9 до 0,97 В с шагом 0,005 В. Введем значения переменной  $U$  способом автозаполнения. В ячейку D2 введем формулу  $f_1(U)$ , а в ячейку E2 – формулу  $f_2(U)$ . Скопируем формулы способом автозаполнения в диапазоны ячеек D3:D16 и E3:E16, результат вычислений представлен в приложении 2 отчета по практике.

С помощью Мастера диаграмм построим графики функций  $f_1(U)$  и  $f_2(U)$ .

										Лист
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	ОП МФИ.075 010.002 ПЗ					4

## Результат вычислений

	A	B	C	D	E
1	38,65		U	$f_1(U)$	$f_2(U)$
2			0,9	0,012757	0,1
3			0,905	0,015477	0,095
4			0,91	0,018776	0,09
5			0,915	0,022778	0,085
6			0,92	0,027634	0,08
7			0,925	0,033525	0,075
8			0,93	0,040671	0,07
9			0,935	0,049341	0,065
10			0,94	0,059859	0,06
11			0,945	0,072619	0,055
12			0,95	0,088099	0,05
13			0,955	0,106879	0,045
14			0,96	0,129662	0,04
15			0,965	0,157301	0,035
16			0,97	0,190833	0,03



В точке пересечения с координатами  $U = 0,94$  В и  $I = 0,06$  А находится решение системы нелинейных уравнений. Мощность, выделяемую на диоде, рассчитаем по формуле  $P = U \cdot I$   
 $P = 0,94 \cdot 0,06 = 0,0564$  Вт.

Описание выполнения задания 3

Задание 3. Дана электрическая цепь (рис. 2.3), состоящая из трех ветвей. Известны величины ЭДС источников и сопротивлений в каждой ветви.

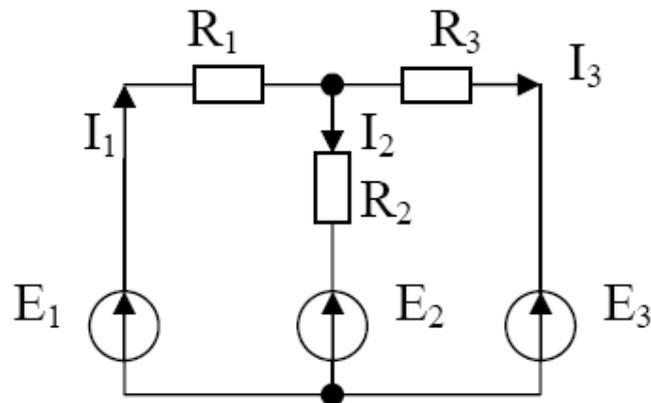


Рис. 2.3. Цепь постоянного тока

Заданы параметры цепи:

$$E_1 = 10 \text{ В}, E_2 = 5 \text{ В}, E_3 = 3 \text{ В}$$

и сопротивлений в каждой ветви:

$$R_1 = 1 \text{ Ом}, R_2 = 2 \text{ Ом}, R_3 = 4 \text{ Ом}.$$

Необходимо определить токи, протекающие в каждой ветви методом обратной матрицы и методом Крамера.

**Выполнение задания:**

Для трех неизвестных токов  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$  составим систему из трех уравнений согласно первому и второму законам Кирхгофа:

$$\begin{cases} E_1 = I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + E_2 \\ E_1 = I_1 \cdot R_1 + I_3 \cdot R_3 + E_3 \\ I_1 = I_2 + I_3 \end{cases} \quad (1)$$

и преобразуем ее следующим образом:

$$\begin{cases} I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot R_2 + I_3 \cdot 0 = E_1 - E_2 \\ I_1 \cdot R_1 + I_2 \cdot 0 + I_3 \cdot R_3 = E_1 - E_3 \\ I_1 \cdot 1 - I_2 \cdot 1 - I_3 \cdot 1 = 0 \end{cases} \quad (2)$$

Подставим численные данные и получим матрицу коэффициентов:

$$A = \begin{pmatrix} R_1 & R_2 & 0 \\ R_1 & 0 & R_3 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 0 \\ 1 & 0 & 4 \\ 1 & -1 & -1 \end{pmatrix} \quad (3)$$

и матрицу свободных членов:

$$B = \begin{pmatrix} E_1 - E_2 \\ E_1 - E_3 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 10 - 5 \\ 10 - 3 \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 5 \\ 7 \\ 0 \end{pmatrix} \quad (4)$$

Решение системы уравнений (1) найдем как

$$X = \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix} = A^{-1} \cdot B \quad (5)$$

### Технология решения СЛАУ в MS Excel методом обратной матрицы

В диапазон ячеек A2:C4 (рис. 2.4) ввести матрицу коэффициентов, а в диапазон ячеек E2:E4 – матрицу свободных членов.

	A	B	C	D	E
	Матрица коэффициентов [A]				Матрица свободных членов [B]
1					
2	1	2	0		5
3	1	0	4		7
4	1	-1	-1		0

Рис. 2.4. Ввод исходных данных

### Вычисление обратной матрицы $A^{-1}$

The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
	Матрица коэффициентов [A]				Матрица свободных членов [B]							
1												
2	1	2	0		5							
3	1	0	4		7							
4	1	-1	-1		0							
5												
6												
7	Обратная матрица коэффициентов [A <sup>-1</sup> ]											
8	(A2:C4)											
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												

The dialog box 'Аргументы функции' shows the following information:

- Функция: МОБР
- Массив: A2:C4 = {1;2;0;1;0;4;1;-1;-1}
- Возвращает обратную матрицу (матрица хранится в массиве).
- Массив: числовой массив с равным количеством строк и столбцов, либо диапазон или массив.
- Значение: 0,285714286
- Справка по этой функции
- Кнопки: ОК, Отмена

Рис. 2.5. Вычисление обратной матрицы

Ввод массива осуществляется нажатием комбинации клавиш Shift+Ctrl+Enter.

## Умножение обратной матрицы на матрицу свободных членов (согласно формуле $X = A^{-1} \cdot B$ (5))

МУМНОЖ    X ✓ fx    =МУМНОЖ(A8:C10;E2:E4)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Матрица коэффициентов [A]				Матрица свободных членов [B]						
2	1	2	0		5						
3	1	0	4		7						
4	1	-1	-1		0						
5											
6											
7	Обратная матрица коэффициентов [A <sup>-1</sup> ]										
8	0,285714	0,142857	0,571429								
9	0,357143	-0,07143	-0,28571								
10	-0,07143	0,214286	-0,14286								
11											
12											
13											
14	Вектор тока I										
15	I <sub>1</sub>	2;E4)									
16	I <sub>2</sub>										
17	I <sub>3</sub>										
18											

**Аргументы функции**

МУМНОЖ

**Массив1** A8:C10 = {0,285714285714286;0,1428571428...

**Массив2** E2:E4 = {5;7;0}

= {2,42857142857143;1,28571428571...

Возвращает матричное произведение двух массивов; результат имеет то же число строк, что и первый массив, и то же число столбцов, что и второй массив.

**Массив2** первый из перемножаемых массивов, число столбцов в нем должно равняться числу строк во втором массиве.

Значение: 2,428571429

[Справка по этой функции](#)

OK    Отмена

Рис. 2.6. Вычисление произведения двух матриц

Полученный результат (рис. 2.7) является истинным, что можно проверить по первому закону Кирхгофа – третье уравнение системы (1), проверка представлена на рис. 2.7.

	Вектор тока I	Проверка
15	I <sub>1</sub>	I <sub>1</sub> =I <sub>2</sub> +I <sub>3</sub>
16	I <sub>2</sub>	=СУММ(B16:B17)
17	I <sub>3</sub>	СУММ(число1; [число2]; ...)

Рис. 2.7. Проверка полученного результата по первому закону Кирхгофа

### Технология решения СЛАУ в MS Excel методом Крамера

Для определения токов в цепи методом Крамера найдем определитель матрицы **A**.

B6		fx =МОПРЕД(A2:C4)			
	A	B	C	D	E
1	Матрица коэффициентов [A]				Матрица свободных членов [B]
2	1	2	0		5
3	1	0	4		7
4	1	-1	-1		0
5					
6	Определитель матрицы A	14			

Рис. 2.8. Вычисление определителя матрицы

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
9	Первая замещенная матрица коэффициентов			Вторая замещенная матрица коэффициентов			Третья замещенная матрица коэффициентов		
10	5	2	0	1	5	0	1	2	5
11	7	0	4	1	7	4	1	0	7
12	0	-1	-1	1	0	-1	1	-1	0

Рис. 2.9. Получение замещенных матриц коэффициентов

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
9	Первая замещенная матрица коэффициентов			Вторая замещенная матрица коэффициентов			Третья замещенная матрица коэффициентов				
10	5	2	0	1	5	0	1	2	5		
11	7	0	4	1	7	4	1	0	7		
12	0	-1	-1	1	0	-1	1	-1	0		
13											
14											
15	Определитель первой матрицы	34			Определитель второй матрицы	18			Определитель третьей матрицы	16	
16		=МОПРЕД(A10:C12)				=МОПРЕД(D10:F12)				=МОПРЕД(G10:I12)	
17											
18											

Рис. 2.10. Вычисление определителя замещенных матриц

По полученным значениям определителей рассчитаем токи:

	A	B	C	D	E	F	G	H			
6	Определитель матрицы A	14									
7											
14											
15	Определитель первой матрицы	34			Определитель второй матрицы	18			Определитель третьей матрицы	16	
16											
17	Вектор тока I										
18	I1	2,428571									
19	I2	1,285714									
20	I3	1,142857									
21		=B15/B6									
22		=E15/B6									
		=H15/B6									

Рис. 2.11. Расчет вектора тока I

Результаты расчетов с использованием методов Крамера и метода обратной матрицы совпадают.

Образец оформления приложения 4 к заданию 4

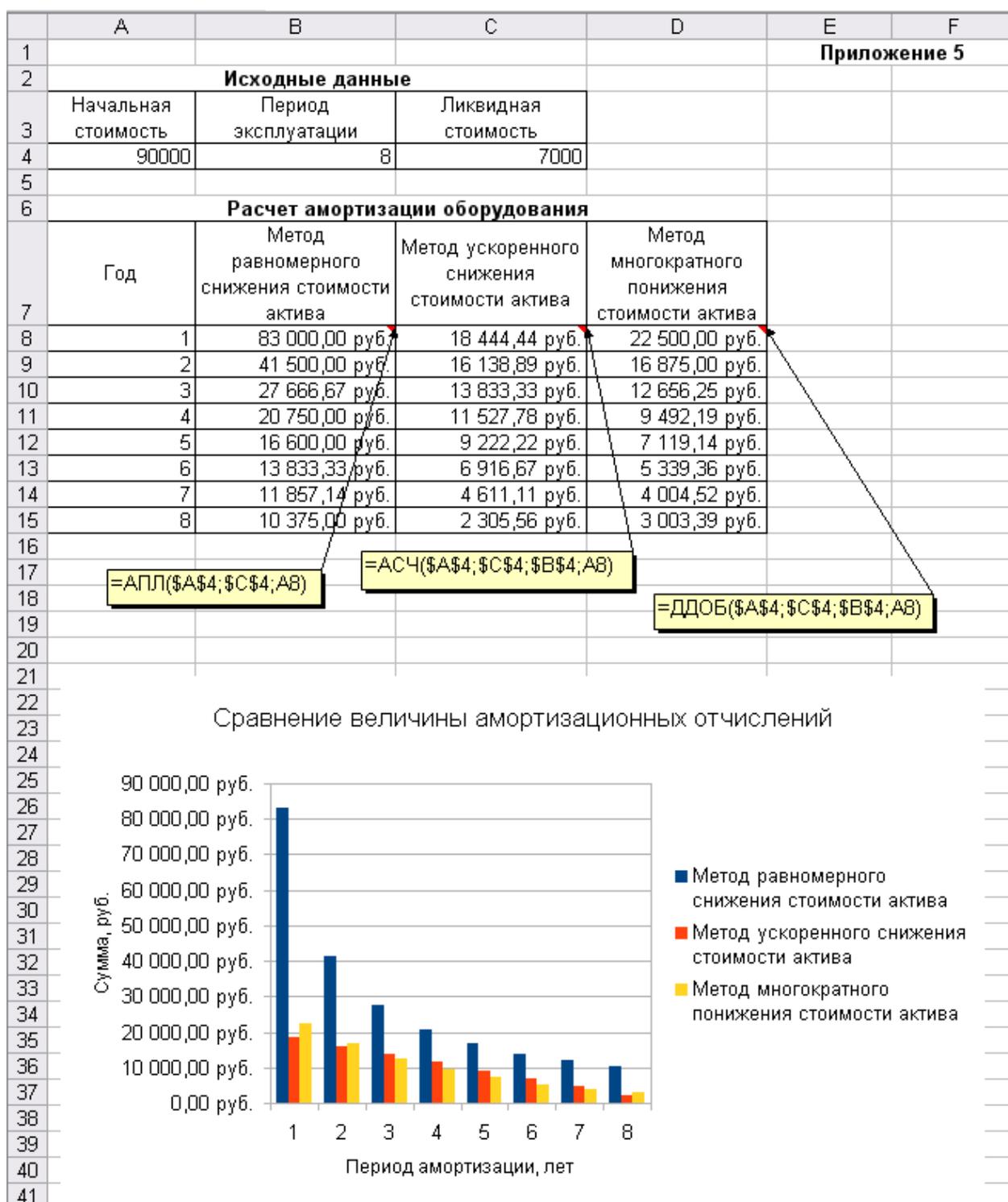
В отчете – краткое описание выполненного задания – построение и расчет электронной таблицы в MS Excel.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1											
2											Приложение 4
3	<b>Взаимное преобразование механической и электрической энергии</b>				<b>Электромагнитная индукция</b>						
4											
5	<b>Исходные данные</b>				<b>График распределения магнитной индукции в воздушном зазоре</b>						
6	Длина цилиндра-ротора	L	см	32							
7	Диаметр	d	см	24							
8	Сопротивление	R	Ом	0,9							
9	Сопротивление рамки и проводов	r	Ом	0,1							
10	Магнитная индукция	B <sub>m</sub>	Тл	1,1							
11	Частота оборотов	n	об/мин	1400							
12											
13											
14	Линейная скорость витка			$v = \pi d n / 60$	17,6	м/с					
15	Суммарная ЭДС витка: (2 - т.к. рамка имеет два проводника)			$E = 2 L v B_m$	12,4	В					
16	Ток в цепи :			$I = E / (r + R)$	12,4	А					=ПИ()*D7/100*D11/60
17	Тормозная сила, действующая на одну сторону рамки:			$F_m = B I L$	4,36	Н					
18	Механический момент :			$M = F_m d$	1,046	Н·м					
19	Электрическая мощность, развиваемая в рамке :			$P = E I$	153	Вт					
20	Баланс электрической мощности :			$I^2 r + I^2 R$	153	Вт					
21	Механическая мощность двигателя :			$P_{мх} = 2 F_m v$	153	Вт					



Образец оформления приложения 5 к заданию 5

В отчете – краткое описание выполненного задания – построение и расчет электронной таблицы в MS Excel, построение гистограммы.



**Учебное издание**

**Наталья Васильевна Петракова**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ**

**ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ**

*«По получению первичных профессиональных умений и навыков»*

**Редактор Павлютина И.П.**

---

Подписано к печати 19.06.2017 г.

Формат 60x84. 1/16. Бумага печатная. Усл. печ. л. 1,63.

Тираж 50 экз. Изд. № 5328.

---

Издательство Брянского государственного аграрного университета  
243365, Брянская обл., Выгоничский район, п. Кокино, БГАУ