

Министерство образования, науки, молодежной политики  
Забайкальского края  
Государственное профессиональное образовательное учреждение  
«Читинский техникум отраслевых технологий и бизнеса»

## Основы электротехники

Методические указания  
по выполнению практических работ и лабораторных работ.

Рекомендованы методическим советом  
Читинского техникума отраслевых  
технологий и бизнеса от

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 г.

Протокол № \_\_\_\_\_

**Браунова Е.С.** Методические указания для выполнения лабораторных работ и практических занятий / Читинский техникум отраслевых технологий и бизнеса.– Чита: Изд-во Читинского техникума отраслевых технологий и бизнеса, 2019.

Методические указания по учебной дисциплине «Основы электротехники» предназначены для студентов, обучающихся по профессии «Монтажник связи».

В методических указаниях изложен порядок выполнения лабораторных и практических работ. Также представлен список рекомендуемой литературы.

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **уметь:**

**У1.** Пользоваться современными аналоговыми и цифровыми средствами измерений;

**У2.** Осуществлять организацию электрических измерений в соответствии с характеристиками и электрическими параметрами кабельных линий связи;

В результате освоения учебной дисциплины обучающийся должен **знать:**

**З1.** Основы электротехники и телефонии;

**З2.** Общие сведения об опорах, изоляторах, проводах (виды, назначение, классификацию, марки)

**З3.** основные и производные единицы измерения линейных, угловых, электрических и физических величин;

**З4.** Понятия погрешности измерения;

**З5.** Принципы организации электрических измерений, характеристики и электрические параметры кабельных линий связи;

**З6.** правила технической эксплуатации электроустановок;

Тематический план лабораторных и практических работ.

№	Тема	Часы
1	Лабораторное занятие №1 Изучение соединений резисторов	2
2	Лабораторное занятие №2 Изучение явление электромагнитной индукции и самоиндукции	2
3	Лабораторное занятие №3 Неразветвленная цепь переменного тока с активным и индуктивным сопротивлением.	2
4	Практическое занятие №1. Расчет электрических цепей, чтение электрических схем.	2
5	Практическое занятие №2. Расчет мощности электрических приборов.	2
6	Практическое занятие №3. Расчет цепи постоянного тока с индуктивностью и емкостью.	2
7	Практические занятия №4. Расчет трехфазной цепи при соединении приемников звездой и треугольником.	2
8	Практические занятия №5. Механическая часть электропривода.	2



Лабораторное занятие №2 Изучение явления электромагнитной индукции и самоиндукции.

*Цель:* практическое подтверждение явления электромагнитной индукции и правила Ленца.

Студент должен

*знать:* явления электромагнитной индукции.

*уметь:* собирать схемы, делать замеры.

Таблица 6

Измерительные приборы

Наименование приборов	Обозначение на схеме	Предел измерения	Цена деления	Класс точности	Примечание
Вольтметр	ИП1	(3-0-3)			
Вольтметр	ИП2	~ 150 В			
Миллиамперметр	ИП3	50 мА			

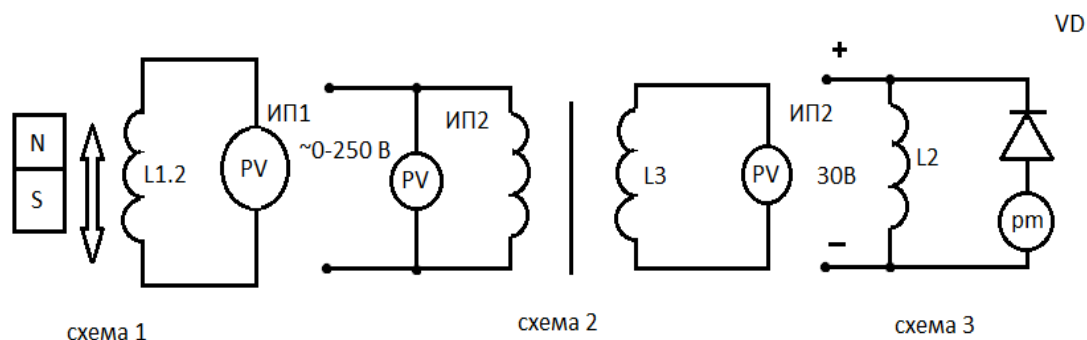


Рис.4. Схемы соединения

*Порядок выполнения работы*

*Опыт 1:*

1. Соберите схему 1, рис.4.
2. Вводя и выводя постоянный магнит (N, S) сначала L2, потом в катушку L2, зафиксируйте показания вольтметра, в табл.5.

Таблица 7

Результаты измерений

	L2		L2	
	Магнит входит в L1	Магнит входит в L2	Магнит входит в L2	Магнит входит в L2
Опыт 1				

Опыт 2				
--------	--	--	--	--

*Опыт 2:*

3. Соберите схему 2. (рис.2).
4. Установите переключатель ЛАТР в положение « $\sim 0-250V$ ».
5. Установите напряжение питания электромагнита L3 75 – 80В.
6. Вводите и выводите электромагнит в катушке L1 и L2, зафиксируйте показатели вольтметра в табл. 5.

*Опыт 3:*

7. Собери схему 3 (рис.4)
8. Установите на блоке питания переключатель «0-30V» и установите напряжение 30В. Явление самоиндукции проявляется в кратковременном отклонении стрелки миллиамперметра при включении и снятии напряжения ее схемы.
9. По каждому опыту сделайте выводы.

*Вопросы для самопроверки*

1. В каких случаях возникает ЭДС электромагнитной индукции и от каких величин он возникает?
2. Почему при введении постоянного магнита в катушку стрелка вольтметра отклоняется в одну сторону, а при выведении из катушки – в другую?
3. Как определить направление индуктированной ЭДС в катушке?
4. Что называется самоиндукцией?
5. Почему при прохождении переменного тока в катушке его стальным сердечником она нагревается?

## Лабораторное занятие №3 Неразветвленная цепь переменного тока с активным и индуктивным сопротивлением.

**Цель работы:** Изучить неразветвленную цепь переменного тока, научиться строить векторные диаграммы, научиться определять фазовый сдвиг векторов напряжения на активном и индуктивном сопротивлении.

### Ход работы:

1. Собрал схему

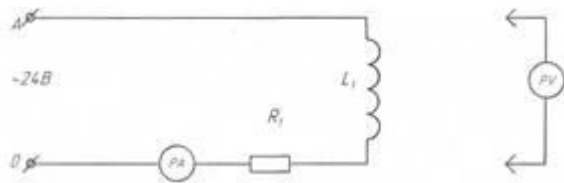


Рисунок 1 – Схема неразветвленной цепи

где РА-прибор комбинированный 43101;

PV-прибор комбинированный Ц 4342;

$R_1$  - резистор, 200 Ом;

$L_1$  - катушка индуктивности.

2. Подключил схему к генератору трёхфазного напряжения и подал синусоидальное напряжение  $\sim \dots$ В.

3. Измерил силу тока  $I$  в цепи  $I = \dots$

4. Измерил напряжение на входе схемы  $U$  и напряжение на активном  $U_a = U_R$  и индуктивном  $U_K$  сопротивлениях.

$U = \dots$

$U_a = U_R = \dots$

5. Вычислил полное сопротивление электрической цепи по формуле:

$$Z = U/I$$

6. Вычислил полное сопротивление катушки индуктивности по формуле

$$Z_K = U_K/I$$

7. Измерил активное сопротивление катушки с помощью комбинированного прибора 43101.

8. Вычислил индуктивное сопротивление катушки по формуле:
9. Рассчитал индуктивное сопротивление катушки по формуле
10. Рассчитал индуктивность катушки по формуле
11. Определил активное напряжение катушки по формуле
12. Нашёл индуктивное напряжение катушки по формуле
13. Вычислил активную мощность, потребляемую в электрической цепи по формуле
14. Рассчитал реактивную мощность цепи по формуле
15. Нашёл полную мощность цепи по формуле
16. Определил угол сдвига фаз в цепи по формуле
17. Данные расчётов и измерений, записал в таблицу.



Практическое занятие №1. Расчет электрических цепей, чтение электрических схем.

1. Напряжение на индуктивности  $L = 0,1$  Гн в цепи синусоидального тока изменяется по закону  $u_L = 141 \sin(1000t - 30^\circ)$ . Записать закон изменения тока на индуктивности.
2. Ток в емкости  $C = 0,1$  мкФ равен  $i = 0,1 \sin(400t + \pi/3)$  А. Записать закон изменения напряжения на емкости.
3. На участке цепи с последовательно включенными активным сопротивлением  $R = 160$  Ом и емкостью  $C = 26,54$  мкФ мгновенное значение синусоидального тока  $i = 0,1 \sin 314t$  А.
4. Записать закон изменения напряжений на емкости и на всем участке цепи. Чему равны действующие значения этих величин?
5. Амплитудное значение напряжения переменного тока с периодом  $T = 2,23$  мсек. Равно 220 В. Определить действующее значение напряжения и его частоту.
6. В цепь с напряжением 220 В включены реостат с сопротивлением  $R_1 = 5$  Ом, катушка с сопротивлением  $R_2 = 3$  Ома и  $X_L = 4$  Ома и емкость с сопротивлением  $X_C = 10$  Ом. Определить ток в цепи.
7. К катушке с индуктивностью 10 мГн и сопротивлением  $R = 4,7$  Ом приложено напряжение 25 В при частоте 150 Гц. Определить ток катушки.

## Практическое занятие №2. Расчет мощности электрических приборов.

Цель работы – научиться рассчитывать расход электроэнергии.

Указания к работе:

1. Рассмотрите электрочайник. По паспортным данным определите электрическую мощность электроприбора  $P$  в кВт.
2. Измерьте по часам промежуток времени  $t_1$ , в течение которого нагревается вода в чайнике. Выразите время в долях часа.
3. Рассчитайте электроэнергию, потреблённую чайником за этот промежуток времени, численно равную работе, которую совершил при этом электрический ток, по формуле  $A_1 = P \cdot t_1$ . Выразите работу в кВт\*ч.
4. Повторяйте измерения промежутков времени каждый раз, когда вы включаете чайник, и найдите общее время  $t$  работы чайника за сутки.
5. Рассчитайте полную электроэнергию, потреблённую чайником за сутки, численно равную работе, которую совершил при этом электрический ток, по формуле  $A = P \cdot t$  (кВт\*ч)
6. Определите стоимость оплаты работы данного прибора за сутки, учитывая тариф оплаты на данный день. Стоимость = тариф \*  $A$  (руб.) (Тариф вам подскажут родители.)
7. Результаты измерений и вычислений занесите в таблицу.

Мощность прибора $P$ , Вт	Время одного нагревания воды в чайнике $t_1$ , ч	Работа тока при однократном нагревании воды $A_1$ , Дж	Общее время работы чайника за сутки $t$ , ч	Полная работа тока за сутки, $A$ , Дж	Тариф оплаты руб./кВт*ч	Стоимость работы тока за сутки, руб.

Практическое занятие №3. Расчет цепи постоянного тока с индуктивностью и емкостью.

Цель практической работы:

Выявить влияние активного сопротивления и индуктивности катушки, а также емкости конденсатора на значения тока в электрической цепи, напряжения на ее элементах и мощности.

## Ход работы

1. Цепь переменного тока содержит различные элементы, включенные последовательно. Данные для своего варианта взять из таблицы.
2. Начертить схему цепи, включая только те элементы (резисторы, индуктивности, емкости), величины которых заданы в таблице для каждого варианта.
3. Определить следующие величины, относящиеся к данной цепи, если они не заданы, как дополнительный параметр в таблице:

- Полное сопротивление цепи ( $Z$ )
- Напряжение  $U$ , приложенное к цепи
- Ток  $I$

- Индуктивное ( $X_L$ ) и емкостное ( $X_C$ ) сопротивление:  $X_L = 2\pi f L$ ;  $X_C = \frac{1}{2\pi f C}$
- Активную и полную мощность:  $P = I^2 R$  (Вт),  $P = I^2 Z$  (Вт)

*P.S. Использовать формулу для последовательного соединения сопротивлений, конденсаторов и индуктивностей (все формулы аналогичны друг другу, меняются только элементы)*

Примечание: прочерк означает, что данного элемента в цепи нет

Варианты	R1, Ом	R2, Ом	L1, мкГн	L2, мкГн	C1, мФ	C2, мФ	Дополнительный параметр
1	2	3	4	5	6	7	8
01	4	-	6	-	3	-	U=48 В
02	6	2	3	-	9	-	U=40 В
03	-	6	-	12	-	4	I=5 А
04	6	2	12	-	6	-	U=20 В
05	4	4	-	6	12	-	U=36 В
06	3	-	6	-	-	2	I=3 А
07	-	8	-	16	4	6	U=20 В
08	16	-	10	8	6	-	U=80 В

09	-	4	3	-	2	4	$I=4 \text{ A}$
10	3	-	2	-	-	6	$U=50 \text{ B}$
11	4	4	-	4	10	-	$P=200 \text{ Bт}$
12	4	4	2	-	-	8	$U=60 \text{ B}$
13	6	-	-	4	12	-	$I=25 \text{ A}$
14	8	8	-	8	8	-	$I=5 \text{ A}$
15	-	4	5	-	5	3	$P=100 \text{ Bт}$
16	6	8	-	4	4	-	$U=20$
17	-	8	-	12	4	2	$I=16$
18	6	-	2	-	-	10	$I=8$
19	4	2	-	12	4	-	$P=600$
20	5	3	3	-	-	9	$U=54$
21	3	6	-	6	6	-	$U=45$
22	-	4	8	4	3	6	$I=12$
23	4	4	-	4	10	-	$P=72$
24	-	4	-	6	-	3	$P=300$
25	6	2	-	3	9	-	$I=6$
26	2	2	4	2	3	-	$U=30$
27	4	-	-	3	4	2	$P=36$
28	-	8	-	16	4	6	$P=1000$
29	-	3	6	-	2	-	$I=10$
30	3	-	7	-	3	-	$U=50$

### Контрольные вопросы:

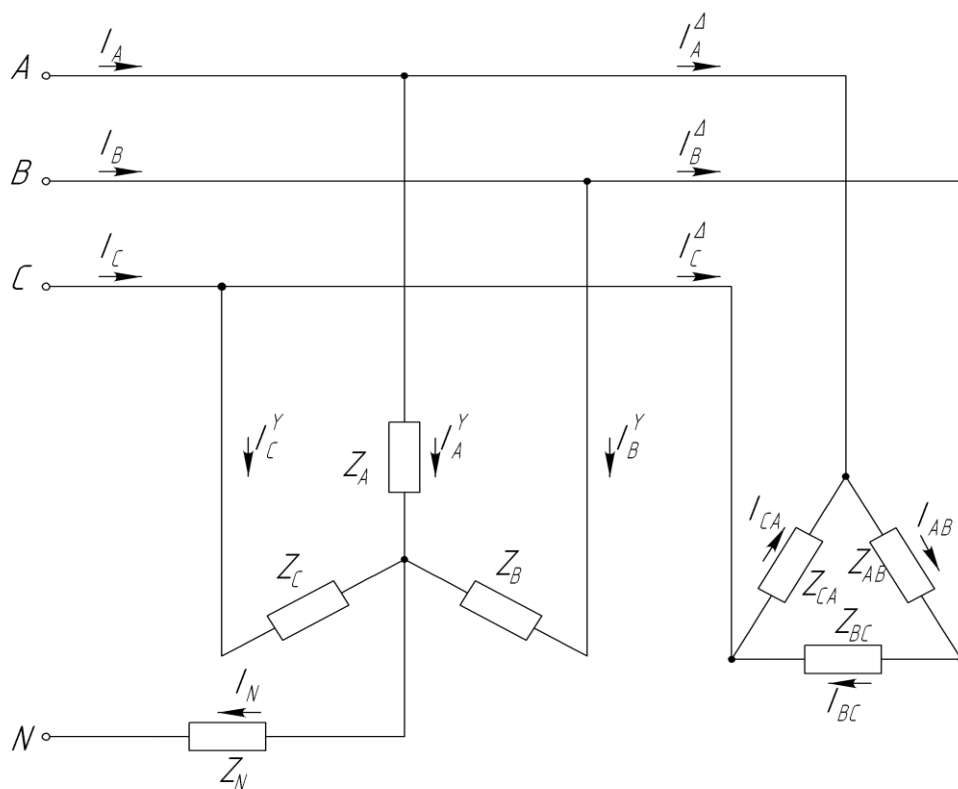
1. В какую энергию преобразуется цепь с активным сопротивлением?
2. Укажите параметры переменного тока, от которого зависит индуктивное сопротивление катушки.
3. Какое сопротивление называется реактивным?
4. Что называется амплитудой тока (напряжения)?
5. Какой ток называется переменным?

Практические занятия №4. Расчет трехфазной цепи при соединении приемников звездой и треугольником.

Цель: Научиться рассчитывать трехфазную цепь при соединении приемника звездой и треугольником

На рисунке показана трехфазная сеть, питающая две нагрузки, одна из которых соединена звездой, другая – треугольником. Система линейных напряжений симметрична ( $U_{AB}=U_{BC}=U_{CA}=U$ ).

Определить: фазные и линейные токи нагрузки; токи в проводах линии, питающей обе нагрузки; ток в нейтральном проводе; активную и реактивную мощности каждой из нагрузок и всей установки.



Вариант	U, В	Приёмник энергии, соединённый звездой					Приёмник энергии, соединённый треугольником			
		Z <sub>N</sub> , Ом	Мощности фаз и коэффициент мощности				Мощности фаз и коэффициент мощности			
			PA, Вт	PB, Вт	PC, Вт	Cos φ	PA, Вт	PB, Вт	PC, Вт	Cos φ
1	380	0	2200	3300	4400	1	4607	4607	4607	0.866
2	380	∞	3872	3872	3872	0.8	5700	3800	7600	1

3	220	$\infty$	1650	1650	1650	0.866	3300	5500	4400	1
4	220	0	1270	635	2540	1	2816	2816	2816	0.8
5	660	$\infty$	1900	1900	1900	0.5	6600	3300	4620	1
6	380	0	2640	3300	2200	1	3230	3230	3230	0.5
7	220	0	2794	2540	3175	1	3300	3300	3300	0.6
8	660	$\infty$	806	806	806	0.777	3960	2640	3300	1
9	380	$\infty$	1980	1980	1980	0.6	4560	3800	3040	1
10	380	0	4400	3740	3300	1	5100	5100	5100	0.707

## Практическая работа №5

### Тема: «Механическая часть электропривода»

Цель работы: Сформировать практические навыки в решении задач по механической части электропривода.

Студент должен уметь: - решать задачи на определение момента статической нагрузки; определять приведенный момент инерции электропривода; строить механические характеристики исполнительных механизмов; знать: - понятия механической части электропривода; - виды передаточных соединений;

Теоретическая часть: Активные моменты сопротивления – моменты, вызванные весом поднимаемого и спускаемого груза. В уравнении механического движения электропривода перед этим моментом всегда ставится знак (–) независимо от подъема или спуска груза. Реактивный момент сопротивления – момент, всегда препятствующий движению электропривода и изменяющий свой знак при изменении направления движения (например при резании металла). При положительной скорости электродвигателя перед этим моментом в уравнении механического движения электропривода необходимо ставить знак (–), а при обратном движении знак (+). За положительное направление вала двигателя принимается вращение по часовой стрелке. Если временной момент на валу двигателя направлен в эту сторону, то ему приписывают знак (+). При обратном направлении движения – знак (–). В тормозных режимах двигателя знаки перед вращающимся моментом двигателя и угловой скоростью противоположны. Механическая часть электропривода может быть сложной и представлять кинематическую цепь с большим числом движущихся элементов (шестерни, соединительные муфты, тормозные шкивы, барабаны, поворотные платформы, линейный стол, поднимаемые грузы и т.д.). Движение одного элемента дает полную информацию о движении всех остальных элементов. Обычно в качестве такого элемента принимают вал двигателя, приводя к нему моменты и усилия сопротивления, а также моменты инерции и массы. В результате такого приведения реальная кинематическая схема заменяется расчетной энергетически эквивалентной схемой. Это позволяет наиболее точно исследовать характер движения привода и режим его работы, точнее формировать законы движения.

На основании вышеизложенного запишем в окончательном виде формулы приведенных к валу электродвигателя параметров исполнительных органов. Задание Решить задачу по механической части электропривода, соответствующую варианту. Пример решения задания Шахтная подъемная лебедка поднимает груз  $G = 60\,000\text{ Н}$ . Определить приведенные к валу электродвигателя суммарный момент инерции ЭП подъемной лебедки и статический момент нагрузки, если даны номинальная скорость вращения электродвигателя  $n_n = 494\text{ об/мин}$ , вес каната  $G_k = 7800\text{ Н}$ , передаточное число редуктора  $i = 11,5$ , КПД редуктора  $\eta = 0,94$ , момент инерции барабана Б вместе с зубчатым колесом 2  $J_2 = 67,5\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , момент инерции двигателя вместе с зубчатым колесом 1  $J_1 = 106\text{ кг}\cdot\text{м}^2$ , диаметр барабана  $D_b = 3\text{ м}$ .

1. Определим скорость подъема груза  $V_m$ :  $V_m = \pi D_b n_n / (i \cdot 60)$
2. Определим суммарный приведенный к валу электродвигателя момент инерции подъемной лебедки:  $J = J_1 + J_2 / i^2 + ((G + G_k) / g^2) (V_m / \omega_n)^2$  где  $\omega_n = 2\pi n_n / 60$
3. Приведенный к валу электродвигателя момент сопротивления нагрузки:  $M_{c\uparrow} = (G + G_k) R_b / (i \eta)$  или  $M_{c\uparrow} = ((G + G_k) / 10) \cdot \rho / \eta$

#### Варианты заданий

1. Необходимо рассчитать и построить механическую характеристику вентилятора  $M_c(\omega)$  с учетом момента потерь в двигателе  $\Delta M_{дв}$  и механизме  $\Delta M_{мех}$ .  $P_{вент} = 20\text{ кВт}$ ,  $\omega_{вент.ном.} = 105\text{ рад/с}$ ,  $\Delta M_{дв} + \Delta M_{мех} = 2\text{ кВт}$
2. Уравнение механических характеристик двигателя и исполнительного органа рабочей машины имеют вид  $\omega = 300 - 3M$  и  $M_c = 30 + 2\omega$ . Требуется узнать установившиеся скорость и момент двигателя.
3. Необходимо рассчитать и построить механическую характеристику намоточной машины  $M_c(\omega)$  с учетом момента потерь в двигателе  $\Delta M_{дв}$  и механизме  $\Delta M_{мех}$ .  $P_{вент} = 215\text{ кВт}$ ,  $\omega_{вент.ном.} = 300\text{ рад/с}$ ,  $\Delta M_{дв} + \Delta M_{мех} = 0,07 M_{дв.ном.}$
4. Необходимо рассчитать и построить механическую характеристику насоса  $M_c(\omega)$  с учетом момента потерь в двигателе  $\Delta M_{дв}$  и механизме  $\Delta M_{мех}$ .  $P_{вент} = 15\text{ кВт}$ ,  $\omega_{вент.ном.} = 95\text{ рад/с}$ ,  $\Delta M_{дв} + \Delta M_{мех} = 0,08 M_{дв.ном.}$
5. Необходимо рассчитать и построить механическую характеристику генератора  $M_c(\omega)$  с учетом момента потерь в двигателе  $\Delta M_{дв}$  и механизме  $\Delta M_{мех}$ .  $P_{вент} = 51\text{ кВт}$ ,  $\omega_{вент.ном.} = 105\text{ рад/с}$ ,  $\Delta M_{дв} + \Delta M_{мех} = 4\text{ кВт}$
6. Рассчитать статический момент и частоту вращения двигателя прокатного стана. Двигатель соединен с валками через редуктор ( $i = 4$ ,  $\eta_p = 0,95$ ), шестереночную клетку ( $\eta_k = 0,94$ ) и шпиндель ( $\eta_{ш} = 0,99$ ). Момент прокатки и сил трения  $M_{пр} = M_{с.м.} = 62\text{ кН}\cdot\text{м}$ . Скорость прокатки  $v = 1,5\text{ м/с}$ , диаметр валков  $d = 0,8\text{ м}$ .
7. Определить приведенный момент инерции привода подъемного механизма если известно: угловая скорость двигателя  $\omega = 75,35\text{ рад/с}$ , масса поступательно движущегося груза  $m_p = 98\text{ т}$ , передаточные числа редукторов  $i_1 = 8$ ,  $i_2 = 8,7$ , диаметр барабана  $d_b = 0,5\text{ м}$ , момент инерции двигателя  $J_d = 0,668$

кг·м<sup>2</sup> , момент инерции муфты и тормозного шкива  $J_T=0,255$  кг·м<sup>2</sup> , момент инерции барабана  $J_B=14$  кг·м<sup>2</sup> , момент инерции редуктора равен 20% от момента инерции двигателя.

### **Перечень рекомендуемых учебных изданий, интернет-ресурсов, дополнительной литературы**

Основные источники:

1. Кацман М.М. Сборник задач по электрическим машинам [Электронный ресурс]: Учебное пособие/М.М.Кацман.-«Академия»,2018.-154 с.

2. Новиков П.Н. Задачник по электротехнике [Электронный ресурс]: Учебное пособие/ П.Н.Новиков.-«Академия»,2018.-376 с.

3. Порошин В.М. Электротехника [Электронный ресурс]: Учебное пособие /В.М Порошин.-«Академия»,2018.-288 с.

4. Фуфаева Л.И. Электротехника [Электронный ресурс]: Учебное пособие/Л.И. Фуфаева.-«Академия»,2017.-384с.

**Дополнительные источники:**

1. Клепча В.Ф. Лабораторный практикум [Электронный ресурс]: Учебное пособие / В.Ф. Клепча - Минск: РИПО, 3-изд.,стер.,2016.-179с.

2. Новиков П.Н. Задачник по электротехнике: практикум для учреждений нач. проф. образования [Электронный ресурс]: Учебное пособие / П.Н. Новиков, О. В. Толчеев.- 5-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия»,2011.-384с.

3. Немцов, М.В. Электротехника: учеб. пособие для ссузов [Электронный ресурс]: Учебное пособие / М.В. Немцов, И.И. Светлова. н-Д.: Феникс, 2018. – 276 с.

4. Ярочкина Г.В. Контрольные материалы по электротехнике [Электронный ресурс]: Учебное пособие / Г. В. Ярочкина. - Москва : Академия, 2010. – 101с.

**Интернет-ресурсы:**

1. Бесплатные библиотеки сети. [Электронный ресурс]- Режим доступа: [info@examen-media.ru](mailto:info@examen-media.ru)

2. Единое окно. [Электронный ресурс]-Режим доступа: [http://window.edu.ru/catalog/resources?p\\_str=%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0](http://window.edu.ru/catalog/resources?p_str=%D1%8D%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D0%BA%D0%B0)