

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

БРЕСТСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра автоматизации технологических процессов и производств

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ
К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

№ 1: "Расчет и анализ электрической цепи постоянного тока",
№ 2: "Расчет и анализ однофазной и трехфазной электрических
цепей переменного тока".

по дисциплине «Электротехника».

Для студентов специальностей Т-100.100, Т-100.300

УДК 621.317

Методические указания и задания для студентов спец. Т-100.100, Т-100.300 по дисциплине "Электротехника" составлены в соответствии с учебным планом и рабочей программой, предназначены для студентов спец. Т-100.100, Т-100.300

Составители: Н.И. Кирилук, доцент

И.М.Панасюк, ст. преподаватель

Одобрено кафедрой АТПиП "27 " апреля 2000 г.. протокол № 6.

Оглавление

Введение.....	4.
Общие указания и требования к выполнению расчетно-графических работ.....	4.
1.1.Задания к задаче 1.....	5.
1.2.Методические указания и рекомендации по выполнению задачи 1.....	5.
2.1.Задания к задаче 2.....	8.
2.2.Методические указания и рекомендации по выполнению задачи 2.....	9.
3.1.Задания к задаче 3.....	11.
3.2. Методические указания и рекомендации по выполнению задачи 3.....	11.
4.Приложения.Буквенные обозначения основных электротехнических величин (ГОСТ 1494-77).....	13.
Список рекомендуемой литературы.....	14.

Введение.

В данном пособии приведены задания и методические указания к выполнению двух расчетно-графических работ (РГР) включающих три задачи:

1. Расчет и анализ электрической цепи постоянного тока (РГР № 1).
2. Расчет и анализ однофазной цепи переменного тока (РГР № 2).
3. Расчет и анализ трехфазной цепи переменного тока (РГР № 2).

Предлагаемые задачи выполняются студентами после изучения следующих разделов "Электротехники":

- Электрические цепи постоянного тока и методы их расчета (задача 1).
- Электрические цепи однофазного переменного тока (задача 2).
- Трехфазные электрические цепи (задача 3).

В пособии даны рекомендации и указана литература для самостоятельной подготовки к выполнению РГР.

Общие указания и требования к выполнению расчетно-графических работ.

При выполнении РГР рекомендуется руководствоваться следующими положениями:

- РГР выполняются на отдельных листах формата А4 (210 на 297 мм).
- Титульный лист оформляется в соответствии с требованиями стандарта предъявляемыми к подобного рода работам.
- Текст разборчиво записывается на пронумерованных сторонах листов, обратные стороны которых предназначены для внесения студентом дополнений и исправлений допущенных ошибок.
- В начале каждой задачи приводятся исходные данные варианта задания, записанные из задания-распечатки (студент получает у преподавателя), подготовленной на ПЭВМ. Задание-распечатка вклеивается в отчет. В задаче 3 приводится таблица исходных данных, составленная по распечатке задания к задаче 2.
- Каждый метод расчета сопровождается схемой с указанными на ней направлениями обхода контуров, контурных токов, напряжений и т.д.
- В решениях, где это требуется, приводятся на отдельных листах чертежи, графики, диаграммы и схемы выполненные чертёжным инструментом в соответствующих масштабах и соблюдением ГОСТов. Графики и диаграммы рекомендуется выполнять на миллиметровой бумаге формата А4.
- Решения сопровождать подробными пояснениями и ссылками на используемую литературу.
- Все результаты вычислений записывать с тремя значащими цифрами, указывая единицы измерения расчетных величин.
- При записи формул пользоваться буквенными обозначениями величин и единиц измерения, в соответствии с ГОСТ 1494-77 (см. приложения).
- В конце решения задачи приводится таблица результатов расчетов задания. В таблице результатов расчетов задачи 1 привести значения: токов в ветвях;

напряжения U_{nk} (n, k -номера точек заданной схемы); суммарную мощность источников из баланса мощностей; ЭДС эквивалентного генератора E_{Γ} и сопротивление эквивалентного генератора R_{Γ} из расчета методом эквивалентного генератора(МЭГ).

В таблице результатов расчетов задачи 2 привести значения: токов в ветвях(в показательной форме записи комплексных чисел); потенциалов узлов(в алгебраической форме записи комплексных чисел); активной мощности цепи; реактивной мощности цепи; показаний ваттметра.

В таблице результатов расчетов задачи 3 привести значения: линейных напряжений и токов; фазных напряжений и токов нагрузки; активных мощностей каждой фазы нагрузки; ток в нулевом(нейтральном) проводе(в случае соединения нагрузки по схеме "звезда с нулевым проводом"; напряжение смещения нейтрали(в случае соединения нагрузки по схеме "звезда без нулевого провода").

- На последней странице указывается список использованной в работе литературы, ставится дата окончания работы и подпись.
- РГР выполненная в полном объеме и правильно, допускается к защите.
- На повторную рецензию не допущенные к защите РГР принимаются только при наличии предыдущей рецензии и первоначального варианта работы(с замечаниями рецензента).

P.S. *Защита РГР осуществляется путем личного собеседования студента с преподавателем.*

1.1. Задания к задаче №1

"Расчет и анализ электрической цепи постоянного тока".

- 1.1.1. Расшифровать задание-распечатку и начертить исходную электрическую схему рассчитываемой цепи.
- 1.1.2. Составить и записать систему уравнений для расчета токов применяя метод контурных токов(МКТ). Определить значения контурных токов и токов в ветвях цепи.
- 1.1.3. Составить систему уравнений для расчета токов применяя непосредственно законы Кирхгофа. Сделать проверку правильности составленной системы уравнений, для чего, подставить значения токов в ветвях, полученные в п. 1.1.2, в записанную систему уравнений.
- 1.1.4. Записать уравнения для расчета заданной цепи методом узловых потенциалов. Определить потенциалы узлов и токи действующие в ветвях цепи.
- 1.1.5. Определить напряжение между точками, указанными в задании.
- 1.1.6. Составить баланс мощностей заданной цепи.
- 1.1.7. Методом эквивалентного генератора(МЭГ) определить ток в заданном резисторе.
- 1.1.7. Построить потенциальную диаграмму для контура содержащего оба источника ЭДС.

1.2. Методические указания и рекомендации

по выполнению задачи №1.

1.2.1. Расшифровка исходных данных задачи.

Исходные данные к задаче подготовлены с помощью ЭВМ для каждого студента индивидуально.

Вид задания-распечатки:

Шифр студента 20401 - 22

Номер ветви	Начало – конец	Сопротивление, Ом	Источник ЭДС, В	Источник тока, А
1	34	160	0	0
2	45	520	500	3
3	52	250	0	0
4	26	540	0	4
5	61	430	0	0
6	13	340	0	0
7	53	450	0	0
8	46	520	200	0

Определить токи и напряжение U_{42} . Составить баланс мощностей.

МЭГ определить ток в сопротивлении R_6 .

В задании указаны: шифр студента(20401);номер варианта(22); фамилия студента; шифр академической группы; номер задачи; исходные данные; краткие указания.

Расшифровку задания-распечатки рекомендуется производить в следующем порядке;

- расположить данные шесть узлов в указанном порядке и в соответствии с вариантом, соединить их линиями (рис.1);

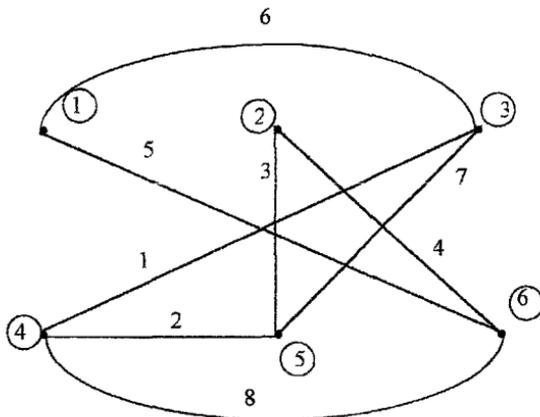


Рис. 1.

- перерисовать полученный граф схемы, так чтобы ветви не пересекались(рис.2);

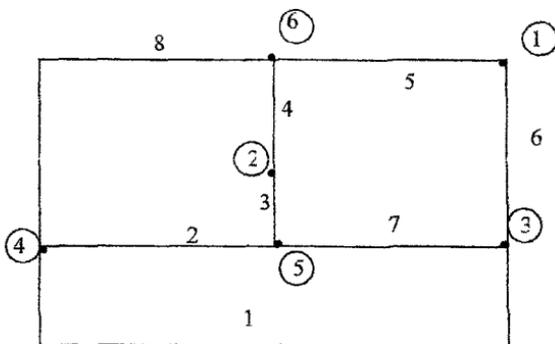


Рис.2.

- включить в ветви сопротивления и заданные источники ЭДС. Источники тока подключить параллельно соответствующим ветвям. Придать элементам схемы удобное для расчета расположение. Обозначить положительные направления источников ЭДС, источников тока, токов ветвей (положительные направления определяются индексами начального и конечного узлов, к которым присоединена ветвь). Всем сопротивлениям, источникам и токам присвоить номера соответствующих ветвей (рис.3).

P.S. В дальнейшем при расчете исходной схемы необходимо придерживаться принятых обозначений.

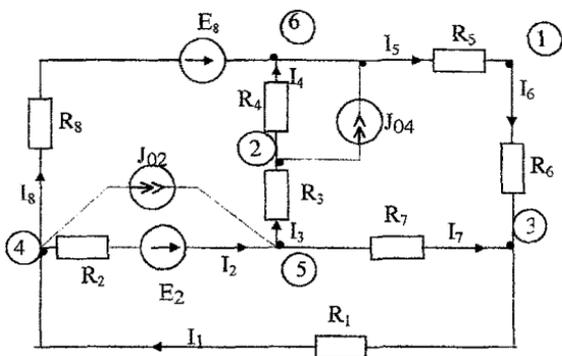


Рис.3.

1.2.2. Запись системы уравнений МКТ.

На исходной схеме заданной электрической цепи указать направление контурных токов.

Пример расчета сложной электрической цепи методом контурных токов приведен в [2, с.18-22; 3, с.42-43; 4, с.47-48; 6, с.29-32; 7, с.38-45].

1.2.3. Запись системы уравнений используя непосредственно законы Кирхгофа.

При записи уравнений указать узлы для которых составлены уравнения по I закону Кирхгофа и направление обхода независимых контуров для уравнений, составленных по II закону Кирхгофа.

Пример использования I и II законов Кирхгофа для составления системы уравнений, при расчете сложной электрической цепи, приведен в [2, с.15-16; 3, с.41-42; 4, с.44-47; 6, с.23-25; 7, с.25-30].

1.2.4. Запись уравнений используя метод узловых потенциалов.

При записи уравнений за нулевой принять потенциал любого из узлов цепи (отметив его на расчетной схеме).

Пример расчета методом узловых потенциалов приведен в [2, с.33-37].

1.2.4. Определение напряжения между точками электрической цепи.

На исходной схеме заданной электрической цепи указать направление определяемого напряжения.

Пример расчета напряжения между точками электрической цепи приведен в [2, с.11-13; 3, с.21; 4, с.28-29; 6, с.19; 7, с.19].

1.2.5. Составление баланса мощностей.

Пример составления уравнения баланса мощностей для электрической цепи приведен в [2, с.17-18; 3, с.40-41; 4, с.26; 6, с.23; 7, с.10-11].

1.2.6. Расчет МЭГ тока в заданном сопротивлении.

При выполнении задания приводить расчетные схемы (исходную с указанным направлением U_{XX} и токов, а также – преобразованную для расчета сопротивления эквивалентного генератора $R_{Г}$).

Пример использования МЭГ для определения значения тока в заданной ветви электрической цепи приведен в [2, с.41-44; 3, с.46-48; 4, с.52-54; 6, с.35-37; 7, с.56-63].

1.2.7. Построение потенциальной диаграммы.

Для построения потенциальной диаграммы следует выделить произвольный замкнутый контур, содержащий оба источника ЭДС заданной электрической цепи. Принять потенциал произвольной точки рассматриваемого контура равным нулю и рассчитать изменения потенциалов в отдельных точках этого контура.

Пример построения потенциальной диаграммы для замкнутого контура электрической цепи приведен в [2, с.16-17; 3, с.29-30; 6, с.19-20; 7, с.30-33].

2.1. Задания к задаче 2

"Расчет и анализ однофазной цепи переменного тока".

2.1.1. Расшифровать задание-распечатку и начертить исходную электрическую схему рассчитываемой цепи.

2.1.2. Записать комплексные значения сопротивлений ветвей, источников ЭДС и источников токов.

2.1.3. Записать системы уравнений применяя непосредственно законы Кирхгофа для мгновенных значений, а затем для комплексных действующих значений.

2.1.4. Определить комплексные действующие значения токов в ветвях методом контурных токов.

2.1.5. Определить потенциалы узлов цепи, приняв за нулевой – потенциал узла указанного в задании.

- 2.1.6. Определить показания ваттметра.
 2.1.7. Определить активную, реактивную и полную мощности цепи.
 2.1.8. Построить векторную диаграмму токов и напряжений для заданной цепи.

2.2. Методические указания и рекомендации по выполнению задачи 2.

2.2.1. Расшифровка исходных данных.

Исходные данные к задаче подготовлены с помощью ПЭВМ для каждого студента индивидуально.

Вид задания-распечатки:

Шифр студента 21806 – 22 Δ

Номер Ветви	Начало Конец	Сопротивления			Источник ЭДС		Источник тока		
		R	X_L	X_C	Мод.	Фаза	Мод.	Фаза	
1	3-2	0	65	20	<u>A</u>	0	0	0	0
2	2-1	50	0	0		180	50	0	0
3	1-3	10	0	0	<u>B</u>	E_A	0	0	0
4	2-3	20	0	30	<u>C</u>	0	0	2	-10

Токовая обмотка ваттметра включена в ветвь 1, зажим Γ^+ - к узлу 3, U^* - к узлу 1, U - к узлу 2. За нулевой потенциал принять потенциал узла № 1.

В задании указаны: шифр студента(21806);номер варианта(22); фамилия студента; шифр академической группы; номер задачи; исходные данные; краткие указания.

Расшифровку задания-распечатки рекомендуется производить в следующем порядке;

- узлы заданные в распечатке располагают в произвольном порядке и соединяют их линиями в соответствии с вариантом задания, затем обозначают соответствующие ветви(рис. 4.);

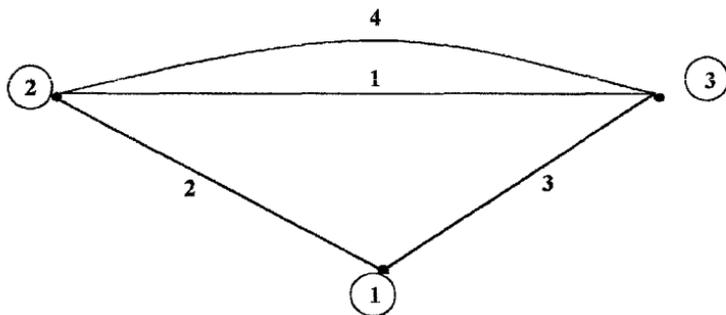


Рис.4.

- включают в каждую ветвь активные, индуктивные и емкостные сопротивления, а также источники ЭДС и тока в соответствии с заданием-распечаткой. Направление источников и действующих токов в ветвях

считают условно положительным - от начала к концу соответствующей в задании ветви, причем всем элементам схемы присваиваются индексы соответствующие номерам ветвей в которых они находятся(рис.5).;

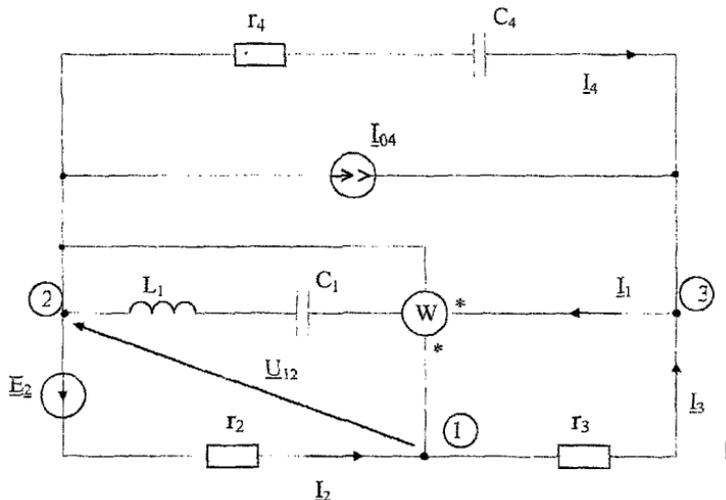


Рис.5.

2.2.2. Запись системы уравнений применяя I и II законы Кирхгофа для мгновенных и для комплексных действующих значений.

Перед выполнением данного пункта задания рекомендуется изучить [1,с.46-48,76-84; 2,с.130; 3,с.111,118; 4,с.75-77,106-107; 6,с.67-72; 7,с.138-139].

2.2.3. Определение методом контурных токов комплексных действующих значений токов в ветвях.

В исходной электрической схеме заданной цепи необходимо указать направление контурных токов. Пример использования метода контурных токов приведен в [1,с.158-163; 2,с.139-140; 4,с.107; 7,с.139].

2.2.4. Определение потенциалов узлов электрической цепи.

При выполнении данного задания за нулевой потенциал принять потенциал узла указанного в задании. Пример нахождения потенциалов узлов электрической цепи приведен в [2,с.136-138; 4,с.105].

2.2.5. Определение показаний ваттметра.

В исходной схеме заданной электрической цепи изобразить подключение ваттметра в соответствии с заданием. Пример определения показаний ваттметра приведен в [2,с.143-144; 3,с.87; 7,с.124-125].

2.2.6. Определение активной, реактивной и полной мощностей цепи.

Пример расчета мощностей однофазной цепи переменного тока приведен в [1,с.70-73,89-91; 2,с.140-143; 3,с.86; 4,с.109-115; 6,с.87-88; 7,с.134-136].

2.2.7. Построение совмещенных векторной диаграммы токов и топографической диаграммы напряжений.

Диаграммы необходимо строить на отдельном листе, подписывая все

вектора и показав потенциалы узлов. Пример построения диаграмм приведен в [1, с.83,86,95-97; 2, с.134-138; 3, с.66-69,115-116; 4, с.103-106; 6, с.89-90; 7, с.133-134].

3.1. Задания к задаче 3.

- 3.1.1. В соответствии с заданием-распечаткой(см. п.2.2.1) для задач 2 и 3 составить и начертить схему трехфазной электрической цепи с трехфазным симметричным источником ЭДС(обмотки генератора соединены по схеме «звезда») и присоединенной к нему нагрузкой, включенной по схеме соответствующей варианту задания, указав на ней направления токов, ЭДС и напряжений.
- 3.1.2. Определить комплексные действующие фазные и линейные напряжения источника(генератора) и приемника(нагрузки), а также напряжение смещения нейтрали для трехпроводной цепи при соединении нагрузки по схеме "звезда".
- 3.1.3. Определить фазные и линейные токи, а также ток в нейтральном(нулевом) проводе для четырехпроводной схемы.
- 3.1.4. Определить активную мощность всей цепи и каждой фазы отдельно.
- 3.1.5. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.
- 3.1.6. Составить электрическую схему данной трехфазной цепи, показав на ней измерительные приборы, необходимые для измерения значений величин определенных в задаче.

3.2. Методические указания и рекомендации по выполнению задачи 3.

- 2.1. Составление расчетной схемы трехфазной электрической цепи.

Исходные данные для выполнения этого пункта задания следует взять из распечатки для задач 2 и 3. В распечатке указаны; схема соединения (Δ - "треугольник, Y - "трехпроводная звезда", Y_0 - "четырёхпроводная звезда") нагрузки; фазные сопротивления нагрузки(в строках помечены- A, B, C (AB, BC, CA))--заданы сопротивления нагрузки фаз A, B, C (AB, BC, CA)соответственно); модуль и аргумент действующего значения ЭДС фазы A источника(строка помечена -E_A). Расшифровка задания и составление расчетной схемы показано на следующем примере:

а). Записываем ЭДС фаз источника в показательной комплексной форме:

$$\underline{E}_A = E_A e^{j\alpha} = 180 e^{j50} \text{ В,}$$

$$\underline{E}_B = E_A e^{j(\alpha-120)} = 180 e^{j(50-120)} = 180 e^{-j70} \text{ В,}$$

$$\underline{E}_C = E_A e^{j(\alpha+120)} = 180 e^{j(50+120)} = 180 e^{j170} \text{ В}$$

в). Записываем полные сопротивления фаз нагрузки в комплексном виде:

$$\underline{Z}_A = R_A + jX_A = R_A + j(X_{AL} - X_{AC}) = 0 + j(65-20) = j45 \text{ Ом,}$$

$$\underline{Z}_B = 10 + j(0-0) = 10 \text{ Ом,}$$

$$\underline{Z}_C = 20 + j(0-30) = 20 - j30 \text{ Ом}$$

г). Составляем расчетную схему цепи в которой, согласно заданию, фазы источника соединены по "звезда", а фазы приемника – "треугольник" (рис. 6).

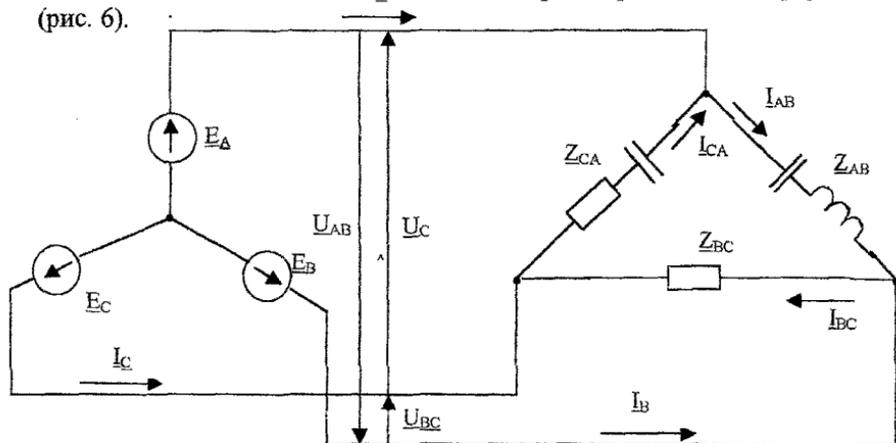


Рис.6.

3.2.2. Определение комплексных действующих фазных и линейных напряжений источника(генератора) и приемника(нагрузки).

Перед выполнением данного пункта задания рекомендуется изучить [1,с.372-276; 2,с.189-193; 3,с.137,142-143; 4,с.134-135,139-140].

3.2.3. Определение фазных и линейных токов, а также тока в нейтральном(нулевом) проводе для четырехпроводной схемы.

Пример приведен в [6,с.120-123; 7,с.221-225].

3.2.4. Определение активной мощности всей цепи и каждой фазы отдельно.

Пример определения активной мощности трехфазной цепи приведен в [1,с.376-378; 2,с.194-196; 3,с.140,143; 4,с.148-150; 7,с.224-225].

3.1.5. Построение векторной диаграммы токов и напряжений.

Диаграмму токов и напряжений трехфазной цепи необходимо строить на отдельном листе. На диаграмме изобразить векторы линейных напряжений и токов, фазных напряжений и токов, а так же вектор тока в нулевом проводе(в случае четырехпроводной цепи) и вектор напряжения смещения нейтрали(в случае трехпроводной цепи при соединении приемников по схеме "звезда"). Примеры построения векторных диаграмм трехфазных цепей приведены в [2,с.191-192; 3,с.136,139,142; 4,с.133-136,138,141,147].

3.2.6. Составление электрической схемы трехфазной цепи.

Перед выполнением данного пункта задания рекомендуется изучить [2,с.195; 3,с.127-128; 6,с.109-114,116-118].

4. Приложения.

Буквенные обозначения основных электротехнических величин (ГОСТ 1494-77).

Величина и ее часть 1	Способы обозначений 2
Мгновенные значения изменяющихся во времени величин:	
Тока	i
Напряжения	U
ЭДС	E
Мощности	P
Действующие значения для периодически изменяющихся величин:	
Тока	I
Напряжения	U
ЭДС	E
Комплексные амплитудные значения величин, являющиеся синусоидальными функциями времени:	
Тока	\underline{I}_m или I_m
Напряжения	\underline{U}_m или U_m
ЭДС	\underline{E}_m или E_m
Комплексные действующие значения величин, являющиеся синусоидальными функциями времени:	
Тока	\underline{I} или I
Напряжения	\underline{U} или U
ЭДС	\underline{E} или E
Емкость электрическая	C
Индуктивность собственная	L
Коэффициент мощности при синусоидальных напряжении и тока	$\cos \varphi$
Коэффициент трансформации	n
Коэффициент трансформации трансформатора напряжения	K_u
Коэффициент трансформации трансформатора тока	K_I
Мощность, мощность активная	P
Мощность полная	S
Мощность реактивная	Q
Отношение чисел витков	n
Потенциал электрический	V
Поток магнитный	Φ

	1	2
Индукция магнитная		B
Потокоцепление		Φ
Проводимость электрическая активная		G
Проводимость электрическая полная		Y
Проводимость комплексная полная		\underline{Y}
Проводимость реактивная		B
Проводимость электрическая удельная	γ	<i>или</i> σ
Сдвиг фаз между напряжением и током		φ
Сопротивление электрическое активное		R или r
Сопротивление электрическое полное		Z
Сопротивление электрическое реактивное		X или x
Сопротивление комплексное		\underline{Z}
Сопротивление электрическое удельное		ρ
Угол потерь		δ
Частота колебаний электрической или магнитной величины		f
Частота колебаний угловой электрической или магнитной величины		ω <i>или</i> Ω
Число витков		w
Число пар полюсов		p
Число фаз многофазной системы цепей		m
Энергия электромагнитная		W
Энергия электромагнитная удельная		w

ОСНОВНАЯ И ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Атабеков Г.И.. Теоретические основы электротехники. М.: "Энергия", 1978.
2. Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. М.: "Высш. школа", 1964.
3. Борисов Ю.М., Липатов Д.Н. Электротехника. М.: Энергоатомиздат, 1985.
4. Вольнский В.А., Зейн Е.И. Электротехника. М.: Энергоатомиздат, 1987.
5. Иванов И.И., Равдоник В.С. Электротехника. М.: Высш.шк., 1984.
6. Касаткин А.С., Немцов Н.В. Электротехника. М.: Энергоатомиздат, 1983.
7. Рекус Г.Г., Белоусов А.И. Сборник задач по электротехнике и основам электроники: учебное пособие для неэлектротехн. спец. вузов.- М.: Высш.шк., 1991.
8. Сборник задач по электротехнике и основам электроники. М.Ю. Анвельт, В.Г. Герасимов, В.П. Данильченко и др.; Под ред. В.С. Пантюшина, -М.: Высш. шк., 1979.
9. Справочное пособие по электротехнике и основам электроники/ Под ред. Нетушила А.В. М.: Высш.школа, 1986.
10. Электротехника/ Под ред. В.Г. Герасимова. М.: Высш.шк., 1985.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Составители: Николай Иванович Кирилюк,
Игорь Михайлович Панасюк

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ И ЗАДАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

Ответственный за выпуск Кирилюк Н.И.
Редактор Строкач Т.В.

Подписано к печати .05.2000г. Формат 60х84/16. Усл.п.л. 0,03 Уч.изд.л. 1,0 Заказ № 36 Тираж 150 экз. Отпечатано на резографе Брестского политехнического института. 224017, г. Брест, ул. Московская, 267