Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

Факультет электротехнический

Кафедра «Электротехника»

СОГЛАСОВАНО
Заведующий кафедрой «Электротехника»
_____ В. А. Пацкевич
28 08 2017 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан электротехнического факультета
_____ Ф. Е. Сатырёв
28 09 2017 г.

СОГЛАСОВАНО
Декан заочного факультета
_____ В. В. Пигунов
28 09 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Теоретические основы электротехники

для специальности 1-37 02 04 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

Составитель: Н. П. Волков, доцент кафедры «Электротехника» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», кандидат технических наук, доцент, телефон 95-21-97.

Рассмотрено и утверждено
на заседании кафедры «Электротехника» 20 06 2017 г.,
протокол N 1

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета электротехнического факультета 29 08 2017 г.,
протокол N 3

Рассмотрено и утверждено
на заседании совета заочного факультета 28 09 2017 г.
протокол N 6

ОГЛАВЛЕНИЕ

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА 3
2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 4
3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ 5
3.1 Примерный перечень лабораторных занятий 5
3.2 Учебные пособия для выполнения лабораторных работ 5
3.3 Примерный перечень практических занятий 5
3.1 Учебные пособия для выполнения практических работ 6
3.2 Задания для выполнения расчетно-графических работ 7
3.5.1 Задание на расчетно-графическую работу № 1 «Расчет линейной электрической цепи постоянного тока» 7
3.5.2 Задание на расчетно-графическую работу № 2 «Расчет линейной электрической цепи синусоидального тока» 10
3.5.3 Задание на расчетно-графическую работу № 3 «Расчет трехфазных электрических цепей и линейных электрических цепей несинусоидального тока» 14
3.5.4 Задание на расчетно-графическую работу № 4 «Расчет переходных процессов в линейной электрической цепи с сосредоточенными параметрами» 19
3.5.5 Задание на расчетно-графическую работу № 5 «Расчет нелинейных электрических и магнитных цепей»; 21
3.5.6 Задание на расчетно-графическую работу № 6 «Расчет электростатического поля параллельных несоосных цилиндров» 24
3.5.7 Задание на контрольную работу № 1 «Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом контурных токов» 27
3.5.8 Задание на контрольную работу № 2 «Расчет тока в ветви линейной электрической цепи постоянного тока методом эквивалентного генератора» 28
3.5.9 Задание на контрольную работу № 3 «Расчет линейной электрической цепи синусоидального тока с индуктивно связанными элементами» 29
4 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ 30
4.1 Перечень контрольных вопросов к экзаменам (зачетам) 30
4.1.1 Перечень контрольных вопросов к экзамену (часть I) для студентов дневной формы обучения 30
4.1.2 Перечень контрольных вопросов к экзамену (часть II) для студентов дневной формы обучения 31
4.1.3 Перечень контрольных вопросов к экзамену (часть III) для студентов дневной формы обучения 33
4.2 Критерии оценок результатов учебной деятельности студентов 34
4.3 Критерии выставления контрольных сроков 37
5 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ 39
5.1 Учебная программа «Теоретические основы электротехники» № УД-11.25/р. от 22.05.2014 39
5.2 Дополнения и изменения 63

1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Краткая характеристика. Учебно-методический комплекс дисциплины (далее – УМКД) совокупность нормативно-методических документов и учебно-программных материалов, обеспечивающих реализацию дисциплины в образовательном процессе и способствующих эффективному освоению студентами учебного материала, а также средства компьютерного моделирования и интерактивные учебные задания для тренинга, средства контроля знаний и умений обучающихся.

УМКД «Теоретические основы электротехники» разработан с целью унификации учебно-методического обеспечения и повышения качества учебного процесса для студентов дневной и заочной форм обучения электромеханических специальностей.

Требования к дисциплине.

Предмет дисциплины «Теоретические основы электротехники» составляют электромагнитные явления и их прикладное применение в области энергетики, систем электроснабжения, в том числе городского электрического транспорта и электрифицированных железных дорог.

Цель преподавания дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций в области электромагнитных явлений и их применения для решения проблем электротехники, электромеханики и электроэнергетики, развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основная задача дисциплины «Теоретические основы электротехники» заключается в подготовке студента для успешного и грамотного решения инженерных проблем будущей специальности на основе знаний качественных и количественных сторон электромагнитных процессов в различных электротехнических устройствах, методов анализа, синтеза и расчета электрических цепей, электрических и магнитных полей.

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» служит теоретической и методологической основой изучения таких дисциплин как «Электрические машины», «Электронная техника и преобразователи».

Освоение дисциплины базируется на компетенциях, приобретенных ранее студентами при изучении дисциплин «Физика», «Математика».

Дисциплина «Теоретические основы электротехники» излагается для студентов дневной и заочной форм обучения посредством чтения лекций, проведения практических и лабораторных занятий. Для студентов дневной формы обучения учебным рабочим планом предусмотрено выполнение шести расчетно-графических работ, для студентов заочной формы обучения – трех контрольных работ.

При создании УМКД «Теоретические основы электротехники» использовалось Положение об учебно-методическом комплексе (УМК) № П-49-2013 от 24.10.2013.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

1 **Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В.** Основы теории цепей. -М.: Энергоатомиздат, 1989. – 528 с. (в НТБ БелГУТа – 50 экз.).

2 **Новгородцев А.Б.** Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей. – 2-е изд. – СПб.: Питер, 2006. – 576 с. (в НТБ БелГУТа – 1 экз.).

3 **Нейман Л.Р., Демирчян К.С.** Теоретические основы электротехники. Т.1. - Л.: Энергоиздат, 1981. – 536 с. (в НТБ БелГУТа – 5 экз.).

4 **Нейман Л.Р., Демирчян К.С.** Теоретические основы электротехники. Т.2. – Л.: Энергоиздат, 1981. – 416 с. (в НТБ БелГУТа – 6 экз.).

5 **Бессонов Л.А.** Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. – 7-е изд., перераб. и дополн. – М.: Высшая школа, 1978. – 528 с. (в НТБ БелГУТа – 16 экз.).

6 **Бессонов Л. А.** Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. – М.: Высшая школа, 1978. – 231 с. (в НТБ БелГУТа – 10 экз.).

7 **Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н.В.** Теоретические основы электротехники: Учебник для вузов. Т. 1 – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 512 с.

8 **Демирчян К.С., Нейман Л.Р., Коровкин Н. В.** Теоретические основы электротехники: Учебник для вузов. Т. 2 – 5-е изд. – СПб.: Питер, 2009. – 432 с.

9 **Атабеков Г. И.,** Основы теории цепей. – 3-е изд.– СПб – М. - Краснодар. – 432 с.

10 **Задачник по теоретическим основам электротехники. (Теория цепей)** / Под общ. ред. Поливанова К.М. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1973. – 304 с. (в НТБ БелГУТа – 52 экз.)

11 **Коровкин Н.В., Селина Е.Е., Чечурин В.Л.** Теоретические основы электротехники: Сборник задач. – СПб.: Питер, 2004. – 512 с. (в НТБ БелГУТа – 1 экз.)

12 **Волков Н.П., Воронин А.В.** Теоретические основы электротехники: лабораторный практикум. Ч. 1. – Гомель: БелГУТ, 2008. – 56 с. (в НТБ БелГУТа – 570 экз.).

13 **Волков Н. П., Могила В. С.** Теоретические основы электротехники: лабораторный практикум. Ч. 2. – Гомель: БелГУТ,1999. (в НТБ БелГУТа – 120 экз.).

14 **Волков Н.П.** Теоретические основы электротехники: Линейные цепи постоянного и синусоидального тока– Гомель: БелГУТ, 2009. – 82 с. (в НТБ БелГУТа – 750 экз.).

15 **Волков Н.П.** Теоретические основы электротехники: Переходные процессы в электрических цепях – Гомель: БелГУТ, 2015. – 100 с. (в НТБ БелГУТа – 400 экз.).

16 **Волков Н.П.** Теоретические основы электротехники: Электростатическое поле – Гомель: БелГУТ, 2017. – 80 с. (в НТБ БелГУТа – 200 экз.).

17 **Бессонов Л.А.** Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Изд. 9-е, перераб. и доп. - М.: «Высшая школа», 1996. – 638 с.

18 **Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В.** Основы теории цепей. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. - М.: «Энергия», 1975. – 752 с.

3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Примерный перечень лабораторных занятий

1 Исследование разветвленной цепи постоянного тока.

2 Исследование цепи переменного тока, содержащей катушку индуктивности и резистор.

3 Исследование цепи с индуктивно связанными элементами

4 Исследование цепи переменного тока с последовательным соединением катушки индуктивности и конденсатора.

5 Исследование цепи переменного тока с параллельным соединением катушки индуктивности и конденсатора.

6 Исследование трехфазной цепи с нагрузкой, соединенной звездой.

7 Исследование трехфазной цепи при соединении нагрузки треугольником.

8 Исследование цепи, содержащей источник периодического несинусоидального напряжения.

9 Исследование переходных процессов в цепях первого порядка.

10 Исследование переходных процессов в цепях второго порядка.

3.2 Учебные пособия для выполнения лабораторных работ

1 **Волков Н.П., Воронин А.В.** Теоретические основы электротехники: лабораторный практикум. Ч. 1. – Гомель: БелГУТ, 2008. – 56 с. (в НТБ БелГУТа – 570 экз.).

2 **Волков Н.П., Могила В.С.** Теоретические основы электротехники: лабораторный практикум. Ч. 2. – Гомель: БелГУТ,1999. (в НТБ БелГУТа – 120 экз.).

3.3 Примерный перечень практических занятий

1 Расчет цепей постоянного тока с источниками напряжения и тока.

2 Эквивалентные преобразования электрических цепей.

3 Метод контурных токов. Метод узловых потенциалов.

4 Метод эквивалентного генератора.

5 Расчет простейших цепей синусоидального тока символическим методом.

6 Расчет сложных электрических цепей. Построение топографических диаграмм.

7 Матрично-топологический расчет электрических цепей.

8 Цепи с взаимной индуктивностью.

9 Резонанс напряжений и токов.

10 Расчет трехфазных цепей.

11 Расчет цепей с несинусоидальными источниками.

12 Переходные процессы в цепях 1-го порядка.

13 Определение начальных условий в цепях второго порядка.

14 Классический метод расчета переходных процессов в цепях 2-го порядка.

15 Операторный метод расчета переходных процессов.

16 Переходные процессы при воздействии на пассивный двухполюсник импульсов произвольной формы. Интеграл Дюамеля.

17 Графические и аналитические методы анализа нелинейных цепей постоянного тока.

18 Расчет магнитных цепей с постоянными магнитными потоками.

19 Анализ процессов в нелинейных цепях переменного тока.

20 Цепи с вентилями.

21 Расчет цепей, содержащих катушку с ферромагнитным сердечником.

22 Цепи с нелинейными элементами, имеющими прямоугольную характеристику.

23 Расчет переходных процессов в нелинейных цепях.

24 Основные уравнения электростатики. Применение теоремы Гаусса.

25 Расчет плоскопараллельных электростатических полей.

26 Метод зеркальных изображений.

27 Расчет зарядов и потенциалов системы заряженных тел.

28 Расчет заземлителей.

29 Расчет магнитных полей постоянного тока.

30 Расчет индуктивностей.

31 Применение векторного магнитного потенциала к расчету магнитных полей.

3.1 Учебные пособия для выполнения практических работ

1 **Задачник по теоретическим основам электротехники. (Теория цепей)** / Под общ. ред. Поливанова К.М. – Изд. 3-е, перераб. и доп. – М.: Энергия, 1973. – 304 с. (в НТБ БелГУТа – 52 экз.)

2 **Коровкин Н.В., Селина Е.Е., Чечурин В.Л.** Теоретические основы электротехники: Сборник задач. – СПб.: Питер, 2004. – 512 с. (в НТБ БелГУТа – 1 экз.)

3 **Волков Н.П., Воронин А.В.** Теоретические основы электротехники: лабораторный практикум. Ч. 1. – Гомель: БелГУТ, 2008. – 56 с. (в НТБ БелГУТа – 570 экз.).

4 **Волков Н. П., Могила В. С.** Теоретические основы электротехники: лабораторный практикум. Ч. 2. – Гомель: БелГУТ,1999. (в НТБ БелГУТа – 120 экз.).

5 **Волков Н.П.** Теоретические основы электротехники: Линейные цепи постоянного и синусоидального тока– Гомель: БелГУТ, 2009. – 82 с. (в НТБ БелГУТа – 750 экз.).

6 **Волков Н.П.** Теоретические основы электротехники: Переходные процессы в электрических цепях – Гомель: БелГУТ, 2015. – 100 с. (в НТБ БелГУТа – 400 экз.).

7 **Волков Н.П.** Теоретические основы электротехники: Электростатическое поле – Гомель: БелГУТ, 2017. – 80 с. (в НТБ БелГУТа – 200 экз.).

3.2 Задания для выполнения расчетно-графических работ

3.5.1 Задание на расчетно-графическую работу № 1 «Расчет линейной электрической цепи постоянного тока»

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра
«Электротехника»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
_____

З А Д А Н И Е
на расчетно-графическую работу
«РАСЧЕТ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА»
по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Студент_____
группы _____

Начало выполнения «____» _____ 20__г.

Срок сдачи на проверку «____» _____ 20__г.

Срок защиты работы «____» _____ 20__г.

Руководитель
_____ *Н. П. Волков*

Шифр _____

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Линейная электрическая цепь постоянного тока содержит два источника ЭДС E_1 и E_2, один источник тока J и семь резисторов R_1, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8.

Исходные расчетные данные выбираются: по первой цифре шифра – из таблицы 1, по второй – из таблицы 2, по третьей – номер схемы (рисунок 1).

Таблица 1

Вариант	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
E1, В	*10*	*24*	*12*	*16*	*15*	*18*	*20*	*23*	*22*	*11*
E2, В	*17*	*13*	*24*	*21*	*18*	*12*	*14*	*15*	*13*	*23*
r_1, *Ом*	2	3	1	2	3	2	3	1	3	2
J, А	5	3	6	2	4	5	6	4	3	5

Примечание: внутреннее сопротивление источника ЭДС E_2 равно нулю.

Таблица 2

Вариант	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
R_1, *Ом*	6	5	7	8	6	7	9	6	9	8
R_3, *Ом*	5	6	8	7	9	8	5	4	6	4
R_4, *Ом*	3	6	4	9	8	7	5	9	4	5
R_5, *Ом*	4	3	8	9	5	6	7	5	8	9
R_6, *Ом*	8	6	5	9	4	3	5	7	9	5
R_7, *Ом*	7	5	9	8	6	7	3	4	6	8
R_8, *Ом*	4	6	7	9	6	4	3	5	8	7

При выполнении п.1 в схеме можно предварительно произвести эквивалентные преобразования, приводящие к ее упрощению (уменьшению числа узлов и контуров).

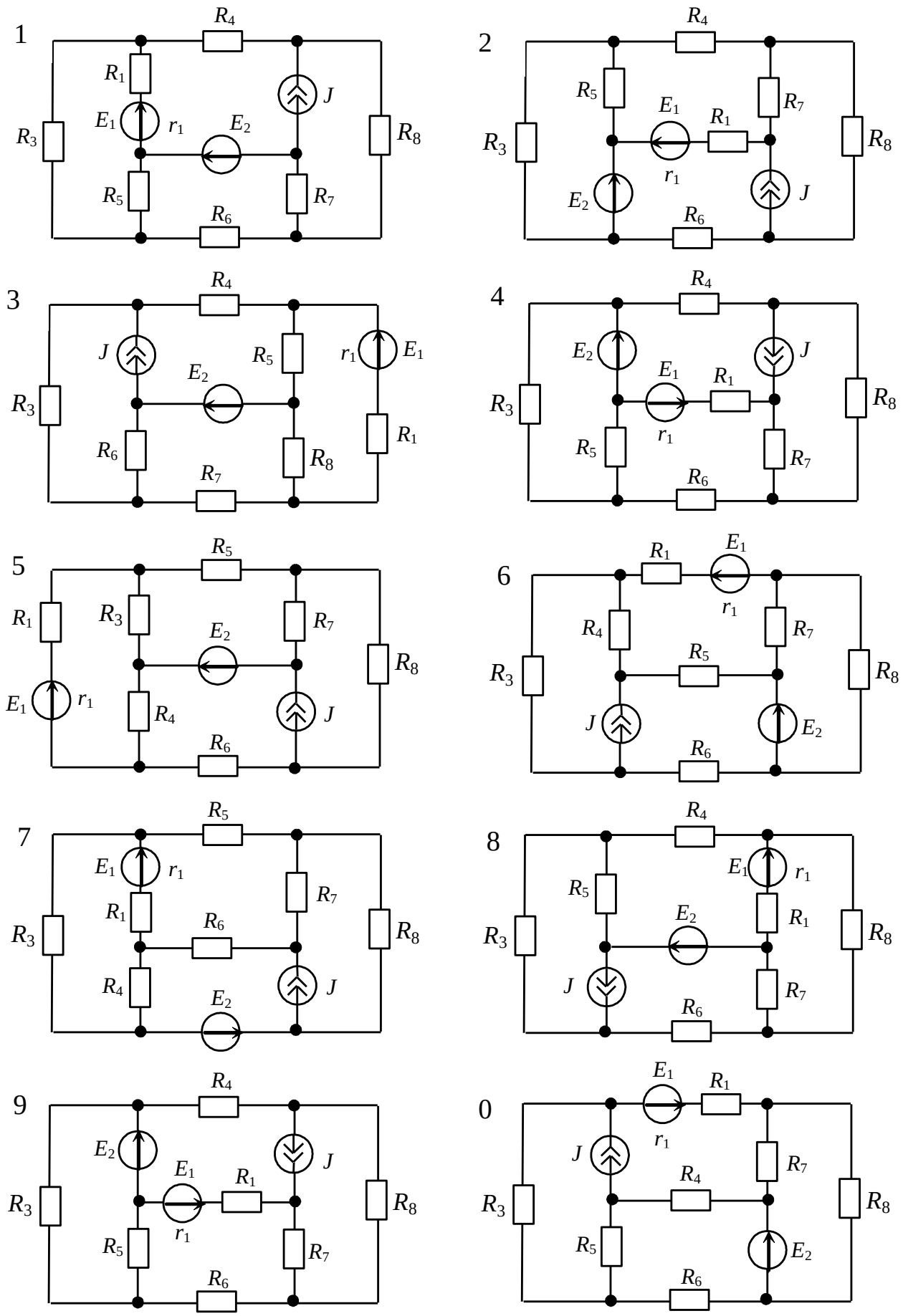


Рисунок 1

2 ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

1 Расчет токов ветвей заданной электрической цепи:
   а) методом контурных токов,
   б) методом узловых потенциалов.
2 Составление баланса электрических мощностей (по результатам расчета цепи одним из методов).
3 Построение потенциальной диаграммы для контура, который включает оба источника ЭДС.
4 Определение тока в ветви с ЭДС E_1 методом эквивалентного генератора (напряжения или тока).
5 Составление сводной таблицы результатов расчета токов ветвей различными методами.

3 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 3-е, перераб. и доп. - Л.: Энергоиздат, 1981.
2 Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Изд. 9-е, перераб. и доп. - М.: «Высшая школа», 1996. – 638 с.
3 Новгородцев А.Б. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: Учебное пособие. 2-е издание. – СПб.: Питер, 2006. – 576 с.
4 Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. - М.: «Энергия», 1975. – 752 с.

3.5.2 Задание на расчетно-графическую работу № 2 «Расчет линейной электрической цепи синусоидального тока»

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра
«Электротехника»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
_____

З А Д А Н И Е
на расчетно-графическую работу
«РАСЧЕТ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА»
по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Студент_____
группы _____

Начало выполнения «____» _____ 20__г.
Срок сдачи на проверку «____» _____ 20__г.
Срок защиты работы «____» _____ 20__г.

Руководитель
_____ *Н. П. Волков*

Шифр _____

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В линейной электрической цепи, имеющей в своем составе резисторы, катушки индуктивности и конденсаторы, действуют синусоидальные источники ЭДС $e_k = E_{km}\sin(\omega t + \psi_{ke})$ и тока $j_k = J_{km}\sin(\omega t + \psi_{ki})$, где k – порядковый номер обобщенной ветви (k = 1, 2, …, 8). Параметры пассивных элементов ветвей (r_k, L_k и C_k) приведены в таблице 2.3, а параметры источников ЭДС e_k и тока j_k – в таблице 2.4.

Таблица 2.3 (начало)

Параметр элементов	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L_1, мГн	160	170	125	120	240	80	115	160	165	95
L_2, мГн	180	190	110	90	260	95	130	100	180	85
L_3, мГн	200	200	115	80	280	110	140	170	195	120
L_4, мГн	215	160	100	95	310	85	160	175	210	115
L_5, мГн	210	185	120	115	215	75	145	190	160	125
L_6, мГн	240	220	130	100	210	100	175	165	185	130
L_7, мГн	200	180	220	175	240	220	210	180	190	150
L_8, мГн	170	200	210	160	175	220	180	200	210	190
C_1, мкФ	75	50	30	55	90	45	60	30	40	65
C_2, мкФ	65	45	55	35	85	35	45	55	65	30
C_3, мкФ	55	65	45	40	90	30	65	45	60	45
C_4, мкФ	60	60	40	60	90	60	50	35	50	50
C_5, мкФ	80	65	60	30	85	40	65	20	45	60
C_6, мкФ	70	70	50	75	65	50	45	40	50	40
C_7,мкФ	60	75	65	50	55	45	65	60	40	30
C_8, мкФ	50	55	50	45	70	55	80	70	30	65
r_1, Ом	30	40	50	45	70	35	45	60	30	55
r_2, Ом	60	50	75	65	80	45	65	70	80	30
r_3, Ом	50	60	40	70	60	70	75	65	75	30
r_4, Ом	45	45	70	80	45	65	80	90	60	65
r_5, Ом	65	55	60	40	55	55	50	30	40	45
r_6, Ом	45	30	55	60	40	40	30	45	50	70
r_7, Ом	30	45	50	45	50	80	40	50	60	50
r_8, Ом	50	65	60	30	60	40	55	75	40	35

Таблица 2.4

Параметр источников	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
E_{1m}, *В*	130	140	120	110	150	200	240	220	230	160
E_{2m}, *В*	160	130	180	130	145	100	180	170	200	190
E_{3m}, *В*	175	180	150	170	185	150	200	150	210	150
E_{4m}, *В*	180	200	140	210	160	140	160	190	175	140
E_{5m}, *В*	110	215	200	185	200	160	190	200	180	175
E_{6m}, *В*	100	220	165	120	210	220	200	210	205	100
E_{7m}, *В*	120	200	140	185	220	160	150	100	145	160
E_{8m}, *В*	210	150	200	160	170	185	140	190	175	150
Ψ_{1e}, град	– 15	– 60	30	30	60	– 20	15	45	20	– 30
Ψ_{2e}, град	60	40	– 45	50	– 35	40	– 20	25	15	70
Ψ_{3e}, град	45	– 25	– 35	30	40	15	25	– 45	35	40
Ψ_{4e}, град	20	30	30	35	60	– 60	– 35	40	– 25	35
Ψ_{5e}, град	25	45	– 60	– 45	45	30	40	20	15	40
Ψ_{6e}, град	30	60	40	– 50	20	– 30	60	– 15	– 20	– 60
Ψ_{7e}, град	15	– 30	25	20	– 30	45	– 60	10	– 15	40
Ψ_{8e}, град	25	45	30	– 15	– 20	30	45	15	– 30	30
J_{1m}, *А*	2	3	4	6	5	2	4	3	3	5
J_{2m}, *А*	4	5	6	5	2	4	6	5	6	4
j_{3m}, *А*	3	6	5	4	4	6	2	4	4	3
J_{4m}, *А*	5	4	2	3	3	2	3	6	2	4
J_{5m} *А*	4	2	3	4	4	3	5	3	5	2
J_{6m}, *А*	3	5	4	6	6	5	4	4	3	3
J_{7m}, *А*	2	2	5	5	3	6	2	3	4	6
J_{8m}, *А*	5	3	3	4	2	4	5	4	5	4
Ψ_{1i}, град	20	25	– 15	30	30	– 20	40	15	– 50	45
Ψ_{2i}, град	– 60	– 45	60	45	35	25	60	– 35	40	50
Ψ_{3i}, град	40	– 40	45	– 35	– 45	– 40	15	20	– 30	– 40
Ψ_{4i}, град	25	20	25	– 30	25	50	– 20	– 15	45	– 30
Ψ_{5i}, град	– 30	– 15	30	15	50	– 60	20	20	60	25
Ψ_{6i}, град	45	30	– 20	60	– 40	30	25	40	30	15
ψ_{7i}, град	40	25	– 30	45	60	45	30	– 30	20	25
Ψ_{8i}, град	50	10	15	– 20	– 50	15	– 30	20	– 15	30
f, Гц	100	150	200	100	50	150	200	100	50	200

Исходные расчетные данные выбираются: по первой цифре шифра – из таблицы 2.3, по второй – из таблицы 2.4, по третьей – номер схемы.

2 ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

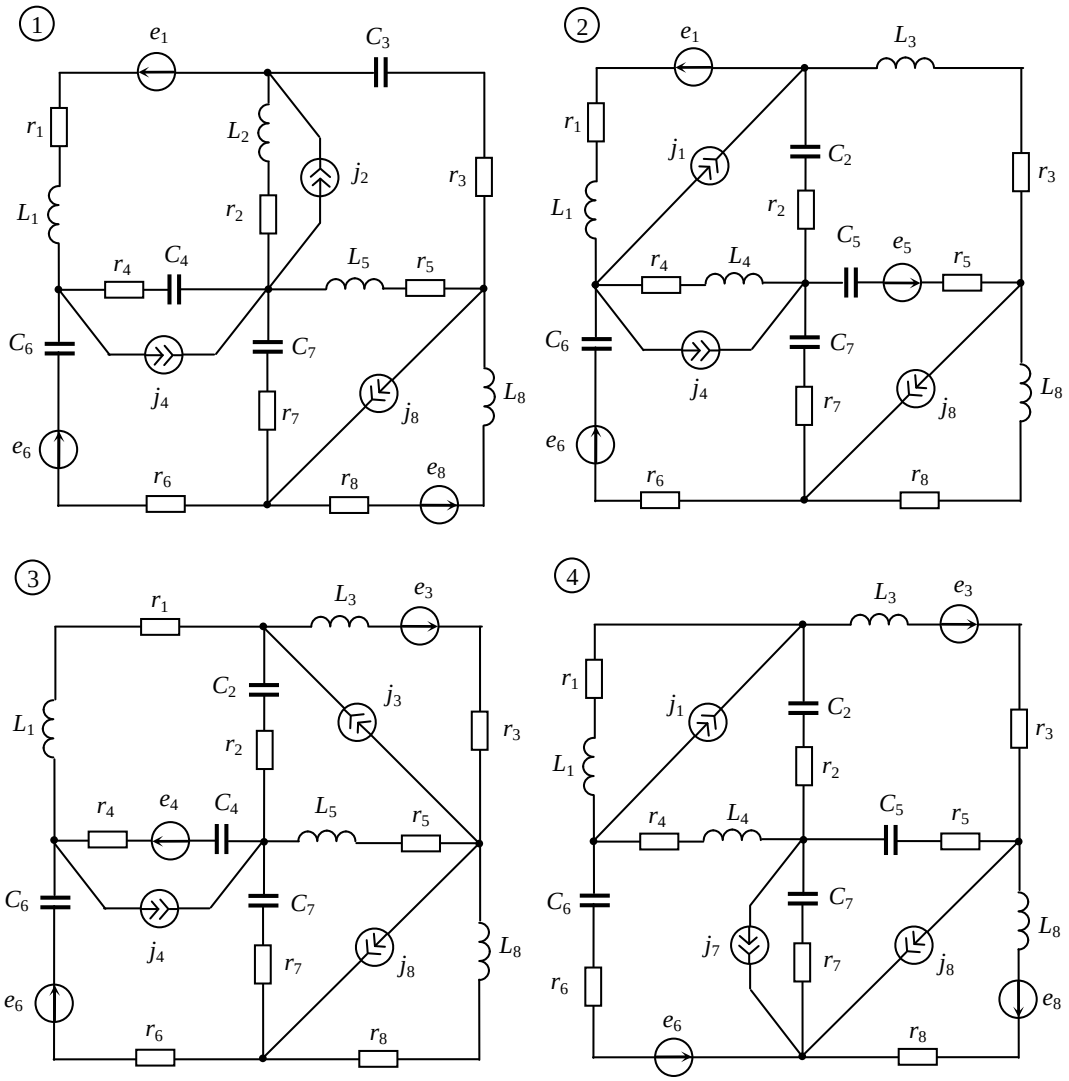
1 Начертить направленный граф (для обобщенных ветвей), указать на нем ветви дерева и связи.

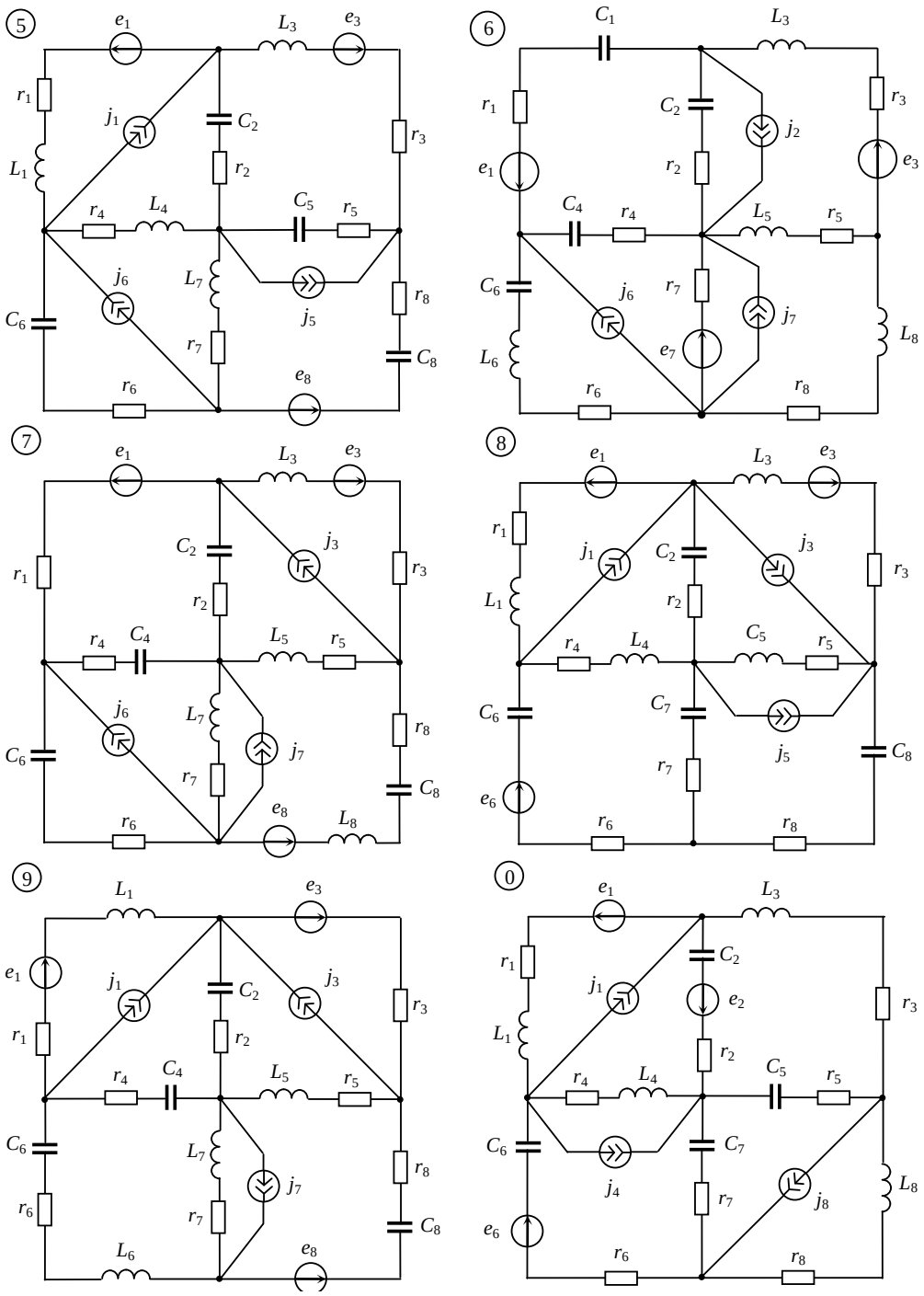
2 Записать топологические матрицы: узловую [*A*], главных контуров [*B*] и главных сечений [*Q*].

3 Рассчитать комплексные токи ветвей схемы.

4 Составить баланс электрических мощностей.

5 Построить топографическую диаграмму напряжений для контура, содержащего два или три источника ЭДС, и векторную диаграмму токов ветвей, входящих в выбранный контур.


1
e1
C3
r1
L2
j2
r3
L1
r2
r4
C4
L5
r5
C6
C7
j4
r7
j8
L8
e6
r6
r8
e8
2
e1
L3
r1
j1
C2
r3
L1
r2
C5
e5
r4
L4
r5
C6
C7
j4
r7
j8
L8
e6
r6
r8
3
r1
L3
e3
C2
j3
L1
r3
r2
r4
e4
C4
L5
r5
C6
C7
j4
r7
j8
L8
e6
r6
r8
4
L3
e3
r1
j1
C2
r3
L1
r2
r4
L4
C5
r5
C6
C7
j7
r7
j8
L8
r6
e8
e6
r8



3 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 4-е. – СПб.: Питер, 2004. – 463 с.

2 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 3-е, перераб. и доп. - Л.: Энергоиздат, 1981.

3 Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Изд. 9-е, перераб. и доп. - М.: «Высшая школа», 1996. – 638 с.

4 Новгородцев А.Б. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: Учебное пособие. 2-е издание. – СПб.: Питер, 2006. – 576 с.

5 Прянишников В. А. Теоретические основы электротехники: Курс лекций. Изд. 4-е. – СПб.: Корона-Принт, 2004. - 362 с.

6 Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. - М.: «Энергия», 1975. – 752 с.

3.5.3 Задание на расчетно-графическую работу № 3 «Расчет трехфазных электрических цепей и линейных электрических цепей несинусоидального тока»

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра
«Электротехника»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой

_____

З А Д А Н И Е
на расчетно-графическую работу
«РАСЧЕТЫ ТРЕХФАЗНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ И ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ НЕСИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА»
по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Студент _____
группы _____

Начало выполнения «____» _____ 20__г.
Срок сдачи на проверку «____» _____ 20__г.
Срок защиты работы «____» _____ 20__г.

Руководитель
_____ *Н. П. Волков* **Шифр** _____

Задача 1. РАСЧЕТ НЕСИММЕТРИЧНОЙ ТРЕХФАЗНОЙ ЦЕПИ СО СТАТИЧЕСКОЙ НАГРУЗКОЙ

1.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Несимметричная статическая нагрузка ($\underline{Z}_1$, $\underline{Z}_2$, $\underline{Z}_3$, $\underline{Z}_4$, $\underline{Z}_5$, $\underline{Z}_6$) через трехпроводную линию, комплексные сопротивления проводов которой равны $\underline{Z}_л$, подключена к трехфазной симметричной системе линейных напряжений U_{AB}, U_{BC} и U_{CA}. Линейное напряжение u_{AB} изменяется по синусоидальному закону: $u_{AB} = U_{лт} \sin(\omega t + \psi_u)$.

Исходные расчетные данные выбираются: по первой цифре шифра – из таблицы 1.1, по второй – из таблицы 1.2, по третьей – номер схемы (рисунок 1.1).

Таблица 1

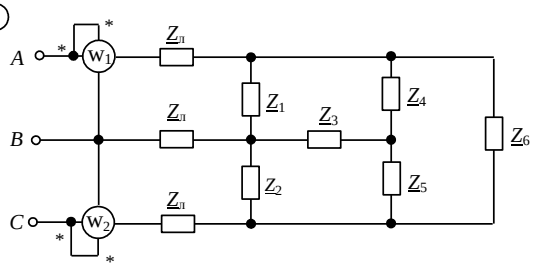
Параметры элементов	Варианты									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
$U_{лт}$, *В*	400	380	220	600	300	500	440	380	600	440
ψ_u. град.	30	90	-120	60	-90	-150	120	-60	150	-30
$\underline{Z}_л$, Ом	2+*j*3	2+*j*4	3+*j*2	3+*j*4	4+*j*2	4+*j*3	2+*j*2	3+j	2+*j*	4+*j*3

Таблица 2

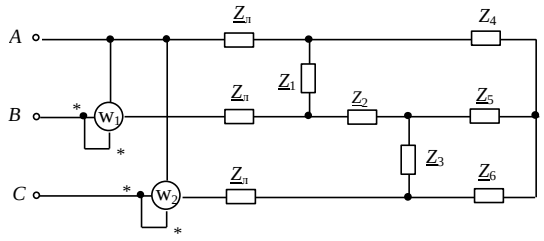
Варианты	Комплексные сопротивления нагрузки, Ом					
	$\underline{Z}_1$	$\underline{Z}_2$	$\underline{Z}_3$	$\underline{Z}_4$	$\underline{Z}_5$	$\underline{Z}_6$
1	12-j14	10+j16	-j8	11+j15	16+j13	20-j17

2	-j12	14-j20	15+j12	16-j12	18+j14	14-j15
3	11+j10	11-j17	14-j17	12-j24	j20	14+j18
4	13-j18	j8	21+j12	13+j13	18+j12	16+j11
5	21+j24	-j9	15+j13	20+j18	14+j16	13-j18
6	24+j18	20+j13	j10	15-j19	22-j15	-j13
7	18-j16	24+j20	16-j11	-j12	23-j17	22+j17
8	15-j17	16-j14	19+j14	22+j14	-j13	24-j12
9	16+j20	14-j18	10+j21	j19	21+j20	23+j15
0	13+j15	10+j12	12-j20	j23	20-j22	18-j22

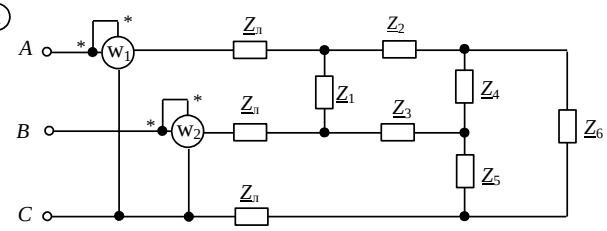
1



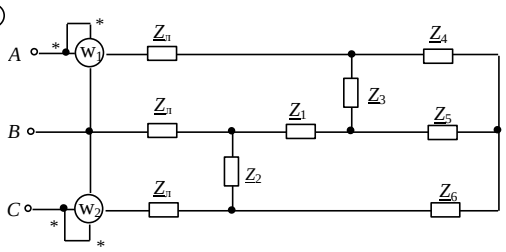
6



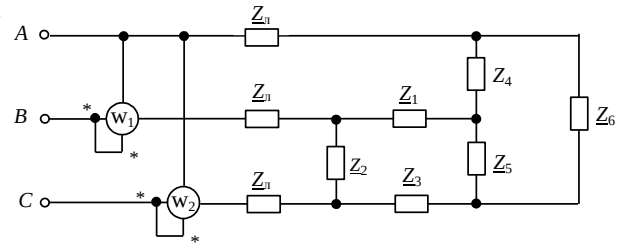
2



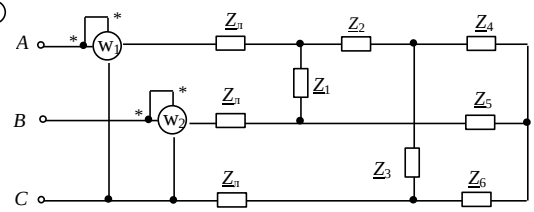
7



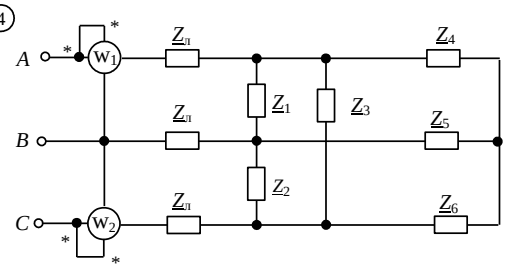
3



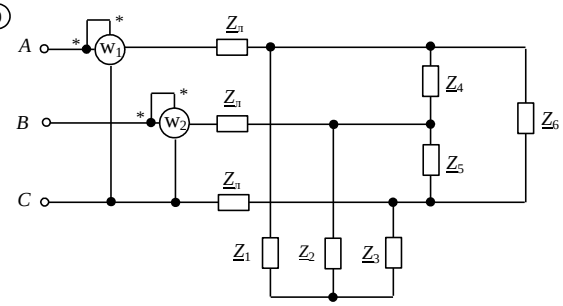
8



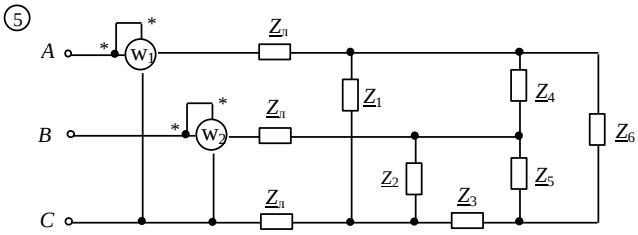
4



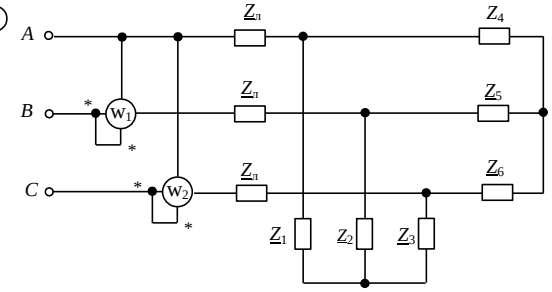
9



5



0



1.2 ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

1 Эквивалентное преобразование трехфазной электрической цепи.
2 Расчет комплексных значений фазных ЭДС.
3 Расчет напряжения смещения нейтрали.
4 Расчет фазных напряжений и фазных токов.
5 Расчет токов в ветвях трехфазной нагрузки.
6 Проверка правильности расчета с помощью составления баланса электрических мощностей.
7 Построение топографической диаграммы напряжений и векторной диаграммы токов.
8 Определение показаний ваттметров, включенных в цепь.

Задача 2. РАСЧЕТ ЛИНЕЙНОЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЦЕПИ С НЕСИНУСОИДАЛЬНЫМ ИСТОЧНИКОМ НАПРЯЖЕНИЯ

2.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

К линейной электрической цепи приложено напряжение *u(t)*, заданное графически в виде периодической несинусоидальной функции с периодом *T* (частотой *f*).

Исходные расчетные данные выбираются: по первой цифре шифра – параметры из таблицы 2.1, по второй – форма напряжения *u*(*t*) (рисунок 2.1), по третьей – номер схемы (рисунок 2.2).

Таблица 2.1

Параметры	Варианты									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
L, мГн	20	32	24	28	36	22	25	30	27	23
C, мкФ	60	50	70	40	45	65	60	40	55	50
r_1, Ом	18	16	20	24	17	21	23	25	19	24
r_2, Ом	14	20	18	21	24	23	19	18	25	20
r_3, Ом	16	27	24	17	20	16	15	22	21	16
$U_а$, В	80	60	70	100	120	90	110	130	110	120
f, Гц	100	150	200	120	140	160	210	110	130	180

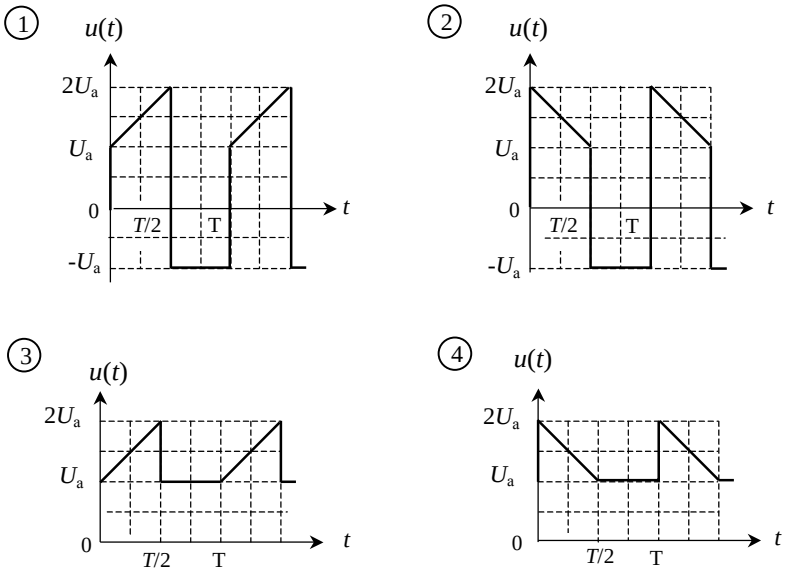


Рисунок 2.1

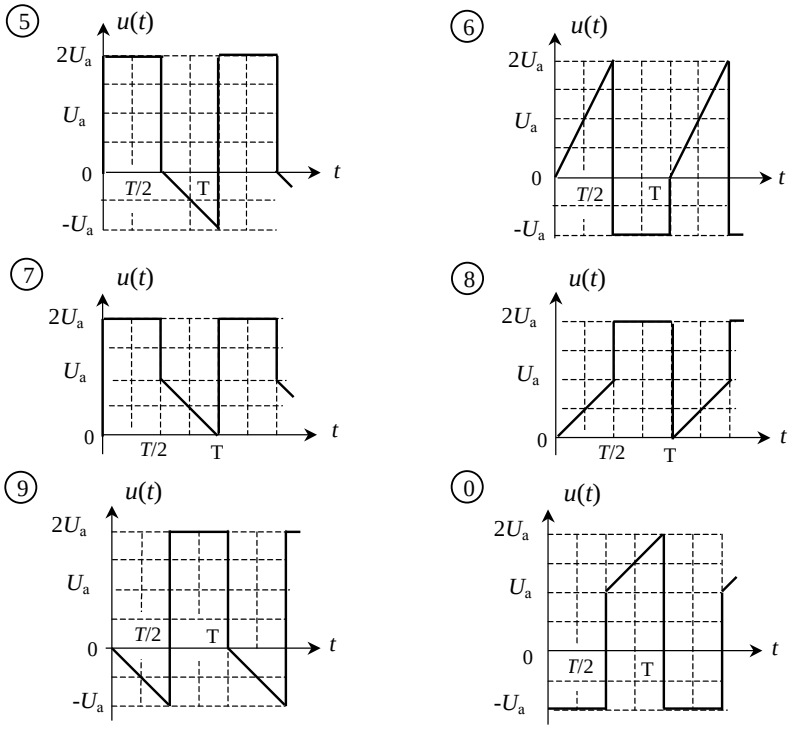


Рисунок 2.1 (продолжение)

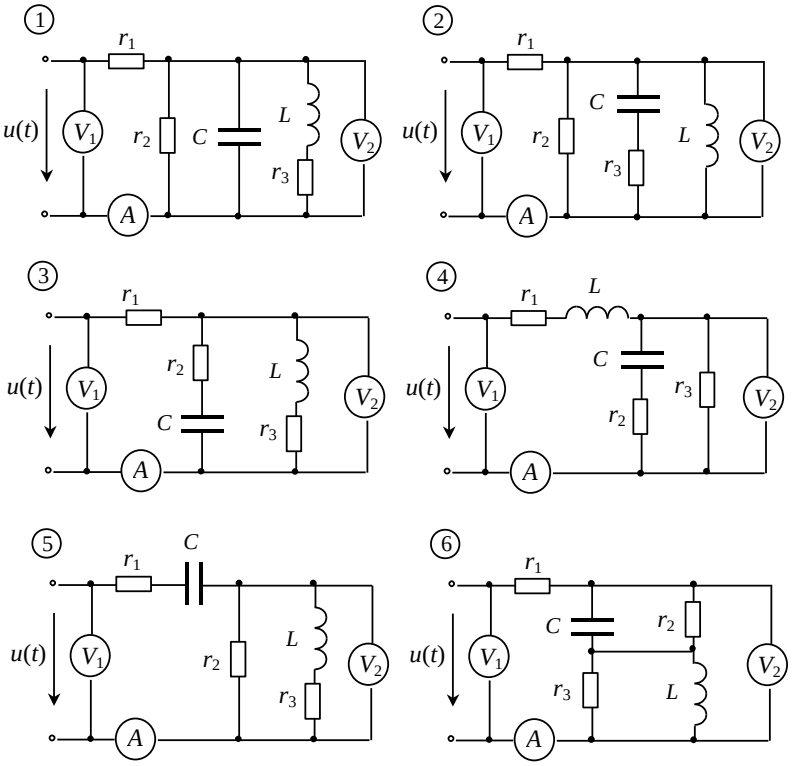


Рисунок 2.2

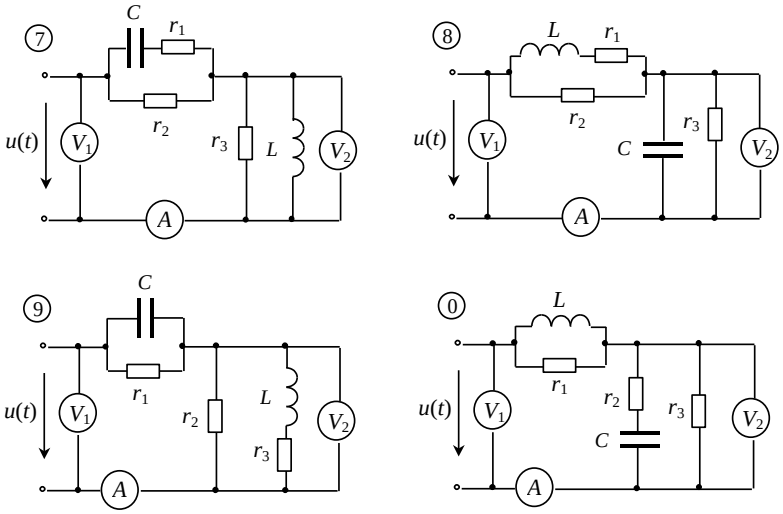


Рисунок 2.2 (продолжение)

2.2 ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

1 Разложение аналитически в ряд Фурье функцию *u(t)*, ограничившись постоянной составляющей и первыми тремя гармониками.
2 Расчет токов и напряжений в цепи для каждой гармоники в отдельности символическим методом и запись выражений для их мгновенных значений.
3 Определение показаний включенных в цепь приборов электромагнитной системы.
4 Расчет активной, реактивной и полной мощности цепи.
5 Построение графиков напряжения источника и входного тока цепи.
6 Построение топографических диаграмм напряжений для первой и третьей гармоник.

3 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 4-е. – СПб.: Питер, 2004. – 463 с.
2 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 3-е, перераб. и доп. - Л.: Энергоиздат, 1981.
3 Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Изд. 9-е, перераб. и доп. - М.: «Высшая школа», 1996. – 638 с.
4 Новгородцев А.Б. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: Учебное
пособие. 2-е издание. – СПб.: Питер, 2006. – 576 с.
5 Прянишников В. А. Теоретические основы электротехники: Курс лекций. Изд. 4-е. – СПб.: Корона-Принт, 2004. - 362 с.
6 Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. - М.: «Энергия», 1975. – 752 с.

3.5.4 Задание на расчетно-графическую работу № 4 «Расчет переходных процессов в линейной электрической цепи с сосредоточенными параметрами»

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра
«Электротехника»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой

_____

З А Д А Н И Е
на расчетно-графическую работу
«РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНОЙ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ»
по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Студент _____
группы _____

Начало выполнения «____» _____ 20__г.
Срок сдачи на проверку «____» _____ 20__г.
Срок защиты работы «____» _____ 20__г.

Руководитель
_____ *Н. П. Волков* **Шифр** _____

Задача 1. РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНОЙ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ КЛАССИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

1.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В линейной электрической цепи с источником постоянной ЭДС происходит коммутация, заключающаяся в замыкании или размыкании ключа.

Исходные расчетные данные выбираются: по первой цифре шифра – из таблицы 1, по второй – из таблицы 2, по третьей – номер схемы (рисунок 1).

Таблица 1

Параметры элементов	Варианты									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
E, В	40	20	45	50	30	60	55	35	30	40
L, мГн	250	300	450	350	400	200	300	400	450	500
C, мкФ	200	250	270	175	275	185	240	150	260	255

Таблица 2

Сопротивления резисторов, Ом	Варианты									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
r_1	12	16	10	20	18	21	16	15	21	16
r_2	20	18	14	17	16	10	12	17	18	22
r_3	17	14	18	21	20	12	11	12	15	18
r_4	18	12	15	10	21	19	20	13	13	16
r_5	19	13	21	18	15	16	23	14	17	20

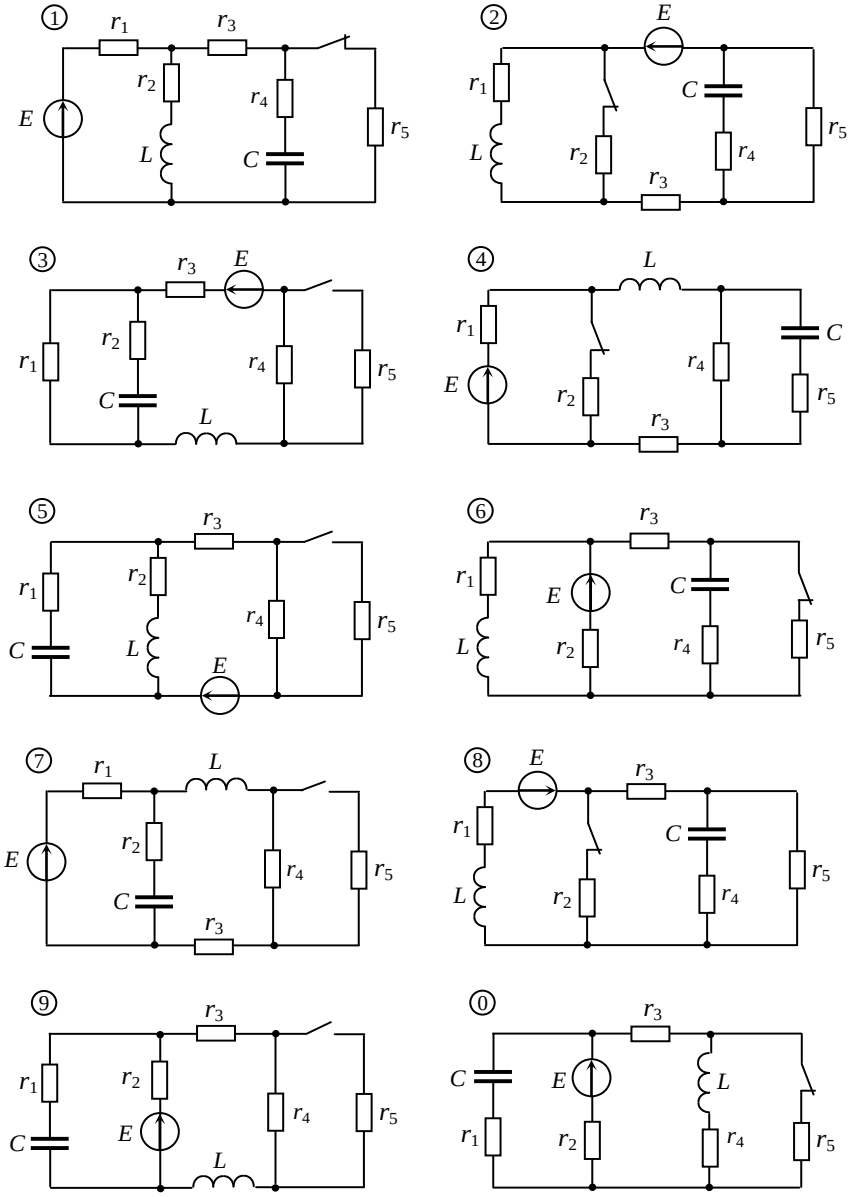

1
r1 r3 r2 r4 r5 E L C
2
E r1 C L r2 r4 r5 r3
3
r3 E r2 r1 r4 r5 C L
4
L r1 C E r4 r2 r5 r3
5
r3 r1 r2 r4 r5 C L E
6
r3 r1 E C L r2 r4 r5
7
r1 L r2 E r4 r5 C r3
8
E r3 r1 C L r2 r4 r5
9
r3 r1 r2 r4 r5 C E L
0
r3 C E L r1 r2 r4 r5

Рисунок 1

1.2 ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

1 Эквивалентное преобразование трехфазной электрической цепи.
2 Расчет комплексных значений фазных ЭДС.
3 Расчет напряжения смещения нейтрали.
4 Расчет фазных напряжений и фазных токов.
5 Расчет токов в ветвях трехфазной нагрузки.
6 Проверка правильности расчета с помощью составления баланса электрических мощностей.
7 Построение топографической диаграммы напряжений и векторной диаграммы токов.
8 Определение показаний ваттметров, включенных в цепь.

Задача 2. РАСЧЕТ ПЕРЕХОДНЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНОЙ ЦЕПИ С СОСРЕДОТОЧЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ ОПЕРАТОРНЫМ МЕТОДОМ

2.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

В линейной электрической цепи с источником постоянной ЭДС происходит коммутация, заключающаяся в замыкании или размыкании ключа.

Исходные расчетные данные выбираются: по первой цифре шифра – из таблицы 1.1, по второй – из таблицы 1.2, по третьей – номер схемы (рисунок 1.1).

2.2 ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

1 Разложение аналитически в ряд Фурье функцию *u(t)*, ограничившись постоянной составляющей и первыми тремя гармониками.
2 Расчет токов и напряжений в цепи для каждой гармоники в отдельности символическим методом и запись выражений для их мгновенных значений.
3 Определение показаний включенных в цепь приборов электромагнитной системы.
4 Расчет активной, реактивной и полной мощности цепи.
5 Построение графиков напряжения источника и входного тока цепи.
6 Построение топографических диаграмм напряжений для первой и третьей гармоник.

3 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 4-е. – СПб.: Питер, 2004. – 463 с.
2 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 3-е, перераб. и доп. - Л.: Энергоиздат, 1981.
3 Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Изд. 9-е, перераб. и доп. - М.: «Высшая школа», 1996. – 638 с.
4 Новгородцев А.Б. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: Учебное
пособие. 2-е издание. – СПб.: Питер, 2006. – 576 с.
5 Прянишников В. А. Теоретические основы электротехники: Курс лекций. Изд. 4-е. – СПб.: Корона-Принт, 2004. - 362 с.
6 Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. - М.: «Энергия», 1975. – 752 с.

3.5.5 Задание на расчетно-графическую работу № 5 «Расчет нелинейных электрических и магнитных цепей»;

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра
«Электротехника»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой
_____

З А Д А Н И Е
на расчетно-графическую работу
«РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ЦЕПЕЙ»
по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Студент _____
группы _____

Начало выполнения «____» _____ 20__г.
Срок сдачи на проверку «____» _____ 20__г.
Срок защиты работы «____» _____ 20__г.

Руководитель
_____ *Н. П. Волков* **Шифр** _____

Задача 1. РАСЧЕТ МАГНИТНОЙ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА

1.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

На магнитопроводе (рисунок 1.1) толщиной h, выполненном из электротехнической стали, размещены намагничивающие обмотки с заданным числом витков (w_1=500, w_2=600, w_3=800). На участках магнитной цепи имеются воздушные зазоры длиной l_{01}, 1_{02} и 1_{03}. По обмоткам протекают токи I_1, I_2, I_3.

Геометрические размеры магнитопровода даны в таблице 1.1, значения токов - в таблице 1.2, а марка стали - в таблице 1.3. Кривые намагничивания электротехнических сталей представлены таблице 1.4.

По первой цифре шифра выбираются геометрические размеры магнитного сердечника (таблица 1.1), по второй - значения токов в катушках (таблица 1.2), по третьей - материал сердечника (таблица 1.3).

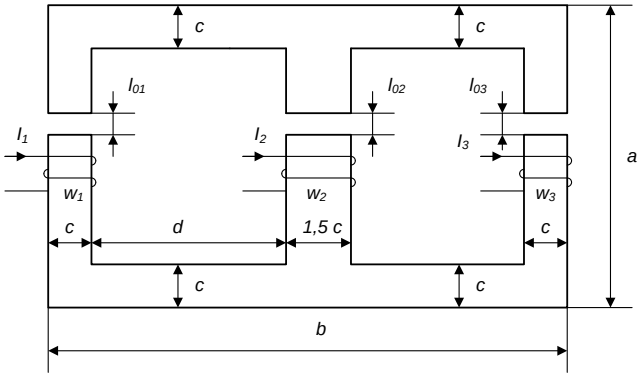


Рисунок 1.1

Таблица 1.1

Размеры сердечника, *мм*	ВАРИАНТЫ									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**0**
a	110	100	90	120	140	110	150	130	100	120
b	160	150	130	180	210	170	220	200	160	190
c	16	15	13	18	21	17	22	20	14	19
d	55	50	45	60	70	65	75	70	55	65
h	26	25	22	30	35	28	36	32	24	31
1_{01}	0	0	0,7	0	0	0	0.8	0	0	0.8
1_{02}	0	0.6	0	0.65	0	0.75	0	0	0.9	0
1_{03}	0.8	0	0	0	0.7	0	0	0.6	0	0

Таблица 1.2

Токи катушек, *A*	ВАРИАНТЫ									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
I_1	1.2	-1.0	2.0	0	-1.6	0	-1.1	-1.8	0	-1.5
I_2	-0.8	1.2	0	1.6	0	-1.4	0.9	0	-1.5	1,8
I_3	0	0	-1.5	-1.0	1.2	0.9	0	1.4	1.3	0

Таблица 1.3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Марка стали	1211	1411	2013	2211	1511	1211	1411	2013	2211	1511

Таблица 1.4

1511	2211	2013	1411	1211	Марка стали
H, А/м	*H, А/м*	*H, А/м*	*H, А/м*	*H, А/м*	*B, Тл*
96	68	52	67	140	0,4
114	76	64	77	171	0,5
148	86	80	90	211	0,6
192	96	100	109	261	0,7
254	140	124	133	318	0,8
325	190	152	165	397	0,9
414	240	185	217	502	1,0
538	300	221	298	647	1,1
730	400	262	444	843	1,2
1080	550	320	722	1140	1,3
1940	1000	400	1410	1580	1,4
3850	1600	520	3140	2500	1,5
6700	3400	750	5980	4370	1,6
13000	7700	1150	10100	7780	1,7
22100	13400	2000	18100	12800	1,8
	19400	3570	33500	19700	1,9
	38800	5770	88300	31000	2,0
			167000	65500	2,1

1.2 ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

1 Определение манитных потоков на всех участках магнитной цепи, пренебрегая потоками рассеяния;

2 Определение значения магнитной индукции B_0 и напряженности магнитного поля H_0 в воздушном зазоре.

Задача 2. РАСЧЕТ НЕЛИНЕЙНОЙ ЦЕПИ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА

2.1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Электрическая цепь, состоящая из соединенных последовательно резистора и катушки с ферромагнитным сердечником, подключена к источнику синусоидального тока $j = J_m \sin\omega t$ (рисунок 2.1). Кривая намагничивания $B(H)$ сердечника аппроксимирована ломаной линией (рисунок 2.2). Параметры источника тока и резистора приведены в таблице 2.1, число витков катушки w, площадь поперечного сечения S сердечника, длина l осевой линии сердечника – в таблице 2.2, значения B_1 и H_1 кривой намагничивания – в таблице 2.3.

Исходные данные к задаче выбираются по трехзначному шифру, каждой цифре которого соответствует номер столбца каждой таблицы.

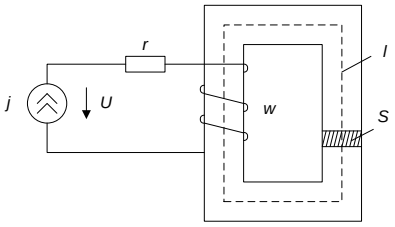


Рисунок 2.1

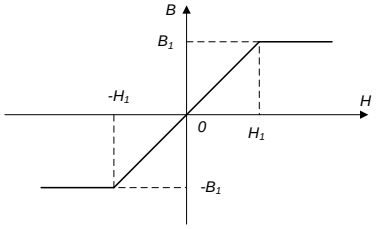


Рисунок 2.2

Таблица 2.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
J_m, *А*	6	7	5	8	7	6	6	7	8	6
ω, c^{-1}	300	450	600	750	450	300	500	400	700	550
r, *Ом*	10	20	12	16	18	17	24	22	14	15

Таблица 2.2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
B_1, *Тл*	1,0	1,2	1,1	1,3	1,2	1,4	1,15	1,25	1,05	1,1
H_1, *А/м*	2000	1800	1900	2100	2200	2000	2100	2200	1900	1800

Таблица 2.3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
w	150	170	160	200	220	210	250	170	180	240
l, *см*	16	25	24	18	15	17	22	20	21	23
S, $см^2$	2,5	2,0	3,0	3,6	4,0	3,8	2,8	2,6	3,2	3,5

2.2 ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

1 Построение вебер-амперной характеристики $\Psi(i)$ катушки, пренебрегая потоками рассеяния и потерями энергии в сердечнике.

2 Построение графиков зависимости потокосцепления Ψ, напряжений на резисторе U_1, катушке U_L и зажимах источника тока U в функции ωt.

3 Аналитическое определение действующих значений напряжений на элементах цепи: U_r, U_L, U.

4 Расчет действующих значений U_r, U_L, U символическим методом по первой гармонике кривой $\Psi(\omega t)$.

3 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 4-е. – СПб.: Питер, 2004. – 463 с.

2 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 3-е, перераб. и доп. - Л.: Энергоиздат, 1981.

3 Бессонов Л.А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи. Изд. 9-е, перераб. и доп. - М.: «Высшая школа», 1996. – 638 с.

4 Новгородцев А.Б. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: Учебное пособие. 2-е издание. – СПб.: Питер, 2006. – 576 с.

5 Прянишников В. А. Теоретические основы электротехники: Курс лекций. Изд. 4-е. – СПб.: Корона-Принт, 2004. - 362 с.

6 Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. Учебник для вузов. Изд. 4-е, перераб. - М.: «Энергия», 1975. – 752 с.

3.5.6 Задание на расчетно-графическую работу № 6 «Расчет электростатического поля параллельных несоосных цилиндров»

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра
«Электротехника»

УТВЕРЖДАЮ:
Заведующий кафедрой

_____

З А Д А Н И Е
на расчетно-графическую работу
«РАСЧЕТ ЭЛЕКТРОСТАТИЧЕСКОГО ПОЛЯ НЕСООСНЫХ ПАРАЛЛЕЛЬНЫХ ЦИЛИНДРОВ»
по дисциплине
«ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ»

Студент _____
группы _____

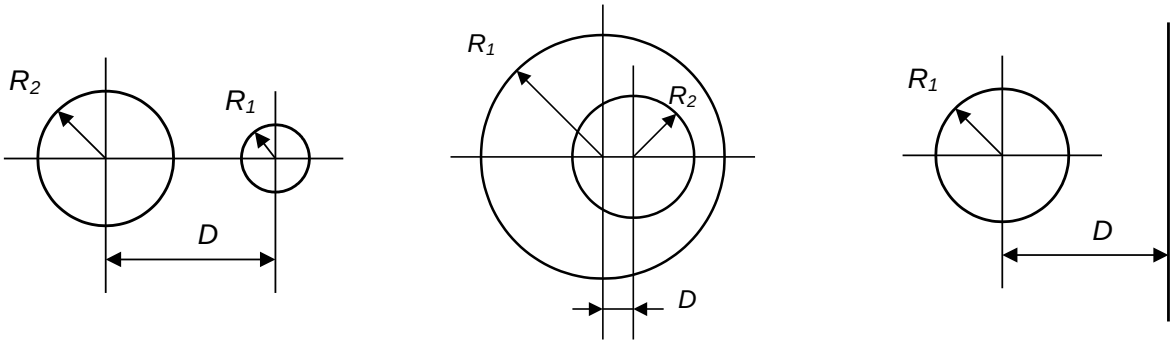
Начало выполнения «____» _____ 20__г. Срок сдачи на проверку «____» _____ 20__г. Срок защиты работы «____» _____ 20__г.

Руководитель
_____ *Н. П. Волков* **Шифр** _____

1 ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Два параллельных цилиндра радиусами R_1 и R_2 и длиной l , несущие равные по величине заряды разного знака $q_1=-q_2$, расположены несоосно в среде с относительной диэлектрической проницаемостью **Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.** (рисунок 1).

Исходные расчетные данные выбираются: по первой цифре шифра – из таблицы 1, по второй – из таблицы 2, по третьей – из таблицы 3.



а) б) в)

Рисунок 1

Таблица 1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Ошибка! Объект не может быть создан из кодов полей редактирования.	3	1	2,5	4	1,5	3,5	2	1	3	4
l , *м*	6	12	18	10	15	9	8	7	20	16

Таблица 2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
U , *кВ*	5	2	-	3	-	4	-	-	6	-
q , *мкКл*	-	-	12	-	15	-	12	13	-	10

Таблица 3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
R_1, *см*	12	10	14	36	10	40	26	12	16	20
R_2, *см*	15	∞	10	12	32	15	12	26	8	10
D, *см*	42	20	40	10	8	10	60	5	30	45
Знак заряда	+	+	-	+	+	-	-	+	-	-

Примечание: 1. Знак заряда относится к цилиндру меньшего радиуса.

2. При $R_2 = \infty$ D – минимальное расстояние между центром первого цилиндра и поверхностью цилиндра с $R_2 = \infty$.

2 ПЛАН ВЫПОЛНЕНИЯ

1 Определение напряжения *U* или заряда *q* (в зависимости от варианта).

2 Определение емкости.

3 Построение графической картины электростатического поля с соблюдением следующих требований:

а) разность потенциалов между двумя любыми соседними линиями равного потенциала должна быть одна и та же;

б) поток вектора напряженности электростатического поля во всех силовых трубках должен быть одинаков;

в) при построении картины поля на каждой линии равного потенциала указать значение потенциала; на силовых линиях должно быть указано их направление и ограниченное данной линией значение потока напряженности поля, отсчитываемое от некоторой фиксированной линии, принятой за начальную.

4 Вычисление и представление в виде графиков изменения потенциала и напряженности электростатического поля на линии, соединяющей наиболее близкие точки цилиндров, и распределения плотности заряда на поверхности цилиндра меньшего радиуса.

3 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

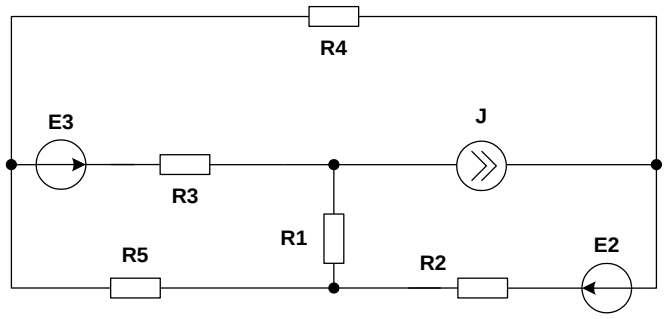
1 Нейман Л.Р., Демирчян К.С. Теоретические основы электротехники. Том 1. Изд. 3-е, перераб. и доп. - Л.:
Энергоиздат, 1981.

2 Новгородцев А.Б. Теоретические основы электротехники. 30 лекций по теории электрических цепей: Учебное пособие. 2-е издание. – СПб.: Питер, 2006. – 576 с.

3 Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. – М.: Высшая школа, 1978. – 231 с.

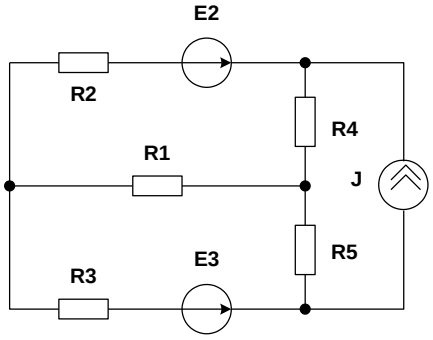
3.5.7 Задание на контрольную работу № 1 «Расчет линейной электрической цепи постоянного тока методом контурных токов»

Задание:
а) определить токи во всех ветвях схемы методом контурных токов;
б) составить баланс мощностей.



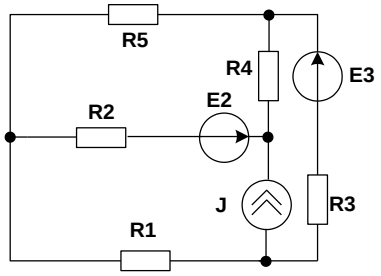
R_1 = 10 *Ом*
R_2 = 20 *Ом*
R_3 = 30 *Ом*
R_4 = 40 *Ом*
R_5 = 50 *Ом*
E_2 = 20 *В*
E_3 = 30 *В*
J = 2 *А*

Задание:
а) определить токи во всех ветвях схемы методом контурных токов;
б) составить баланс мощностей.



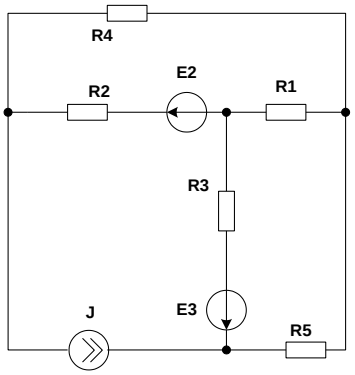
R_1 = 10 *Ом*
R_2 = 20 *Ом*
R_3 = 30 *Ом*
R_4 = 40 *Ом*
R_5 = 50 *Ом*
E_2 = 20 *В*
E_3 = 30 *В*
J = 3 *А*

Задание:
а) определить токи во всех ветвях схемы методом контурных токов;
б) составить баланс мощностей.



R_1 = 20 *Ом*
R_2 = 10 *Ом*
R_3 = 40 *Ом*
R_4 = 30 *Ом*
R_5 = 60 *Ом*
E_2 = 30 *В*
E_3 = 20 *В*
J = 1 *А*

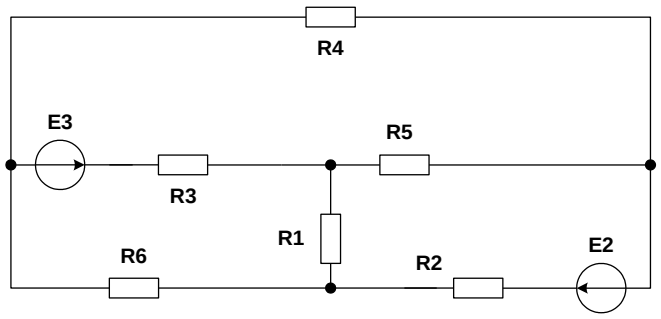
Задание:
а) определить токи во всех ветвях схемы методом контурных токов;
б) составить баланс мощностей.



R_1 = 20 *Ом*
R_2 = 10 *Ом*
R_3 = 40 *Ом*
R_4 = 30 *Ом*
R_5 = 60 *Ом*
E_2 = 30 *В*
E_3 = 20 *В*
J = 4 *А*

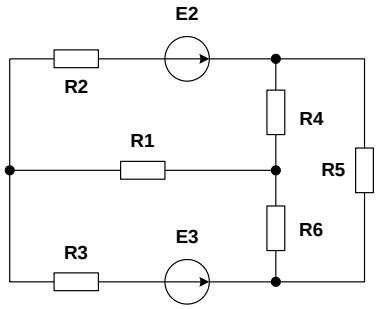
3.5.8 Задание на контрольную работу № 2 «Расчет тока в ветви линейной электрической цепи постоянного тока методом эквивалентного генератора»

Задание:
определить ток в ветви *R4* методом эквивалентного генератора



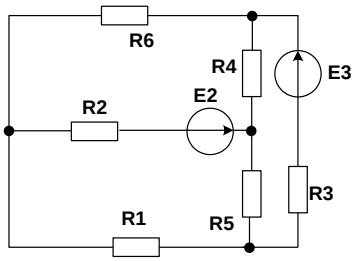
R_1 = 10 *Ом*
R_2 = 20 *Ом*
R_3 = 30 *Ом*
R_4 = 40 *Ом*
R_5 = 50 *Ом*
R_6 = 60 *Ом*
E_2 = 20 *В*
E_3 = 30 *В*

Задание:
определить ток в ветви *R1* методом эквивалентного генератора



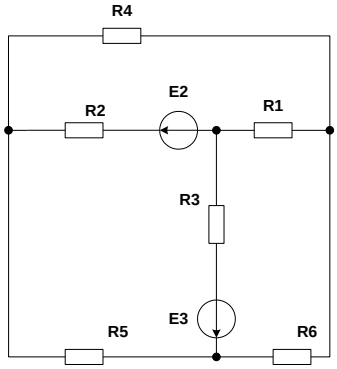
R_1 = 10 *Ом*
R_2 = 20 *Ом*
R_3 = 30 *Ом*
R_4 = 40 *Ом*
R_5 = 50 *Ом*
R_6 = 60 *Ом*
E_2 = 20 *В*
E_3 = 30 *В*

Задание:
определить ток в ветви *R5* методом эквивалентного генератора



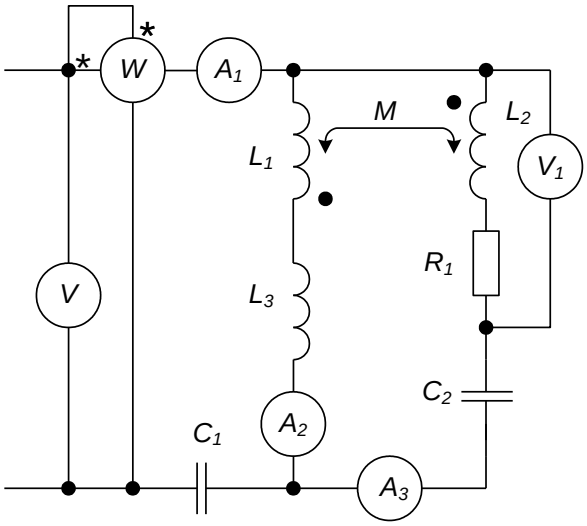
R_1 = 20 *Ом*
R_2 = 10 *Ом*
R_3 = 40 *Ом*
R_4 = 30 *Ом*
R_5 = 60 *Ом*
R_6 = 50 *Ом*
E_2 = 30 *В*
E_3 = 20 *В*

Задание:
определить ток в ветви *R6* методом эквивалентного генератора



R_1 = 20 *Ом*
R_2 = 10 *Ом*
R_3 = 40 *Ом*
R_4 = 30 *Ом*
R_5 = 60 *Ом*
R_6 = 50 *Ом*
E_2 = 30 *В*
E_3 = 20 *В*

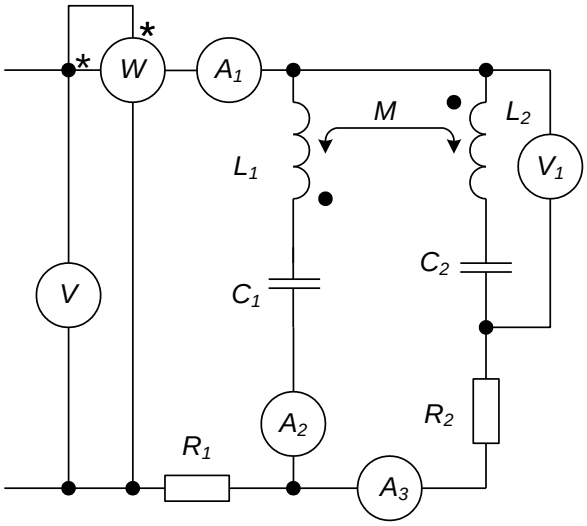
3.5.9 Задание на контрольную работу № 3 «Расчет линейной электрической цепи синусоидального тока с индуктивно связанными элементами»



Задание:
Цепь синусоидального тока частотой f = 160 *Гц* имеет следующие параметры:
L_1 = 30 *мГн*, L_2 = 55 *мГн*, L_3 = 40 *мГн*, R_1 = 15 *Ом*, C_1 = 20 *мкФ*, C_2 = 15 *мкФ*, коэффициент связи *к* = 0,8.
Показания вольтметра V = 120 *В*.

Найти показания вольтметра V_1, амперметров A_1 , A_2 и A_3, ваттметра W

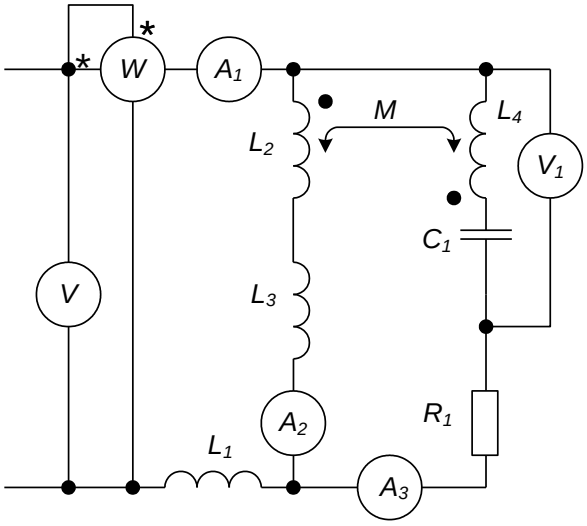
Задание:



Цепь синусоидального тока частотой f = 140 *Гц* имеет следующие параметры:
L_1 = 25 *мГн*, L_2 = 35 *мГн*, R_1 = 30 *Ом*, R_2 = 10 *Ом*, C_1 = 10 *мкФ*, C_2 = 20 *мкФ*, коэффициент связи *к* = 0,7.
Показания амперметра A_3 = 3 *А*.

Найти показания вольтметров V и V_1, амперметров A_1 и A_2 , ваттметра W

Задание:



Цепь синусоидального тока частотой f = 110 *Гц* имеет следующие параметры:
L_1 = 35 *мГн*, L_2 = 20 *мГн*, L_3 = 50 *мГн*, L_4 = 30 *мГн*, R_1 = 10 *Ом*, C_1 = 10 *мкФ*, коэффициент связи *к* = 0,6.
Показания вольтметра V = 100 *В*.

Найти показания вольтметра V_1, ваттметра W, амперметров A_1, A_2 и A_3

4 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

4.1 Перечень контрольных вопросов к экзаменам (зачетам)

4.1.1 Перечень контрольных вопросов к экзамену (часть I) для студентов дневной формы обучения

1 Электрический ток, принцип непрерывности тока. Электрический потенциал, напряжение, электродвижущая сила (ЭДС).

2 Источники напряжения и источники тока. Эквивалентные схемы источников энергии. Условные положительные направления тока, ЭДС и напряжения.

3 Схемы электрических цепей, их топологическое представление. Ветвь, узел, контур.

4 Законы Кирхгофа и их применение. Топологические графы и их элементы.

5 Матрица соединений. Матрица главных сечений. Матрица главных контуров.

6 Законы Кирхгофа в матричной форме.

7 Распределение потенциала вдоль контура электрической цепи, потенциальная диаграмма.

8 Мощность электрического тока, баланс мощностей.

9 Эквивалентные преобразования электрических цепей. Последовательное, параллельное и смешанное соединение резисторов.

10 Соединения "звездой" и "треугольником" и их эквивалентные преобразования.

11 Преобразование схем с двумя узлами.

12 Перенос источников в схеме.

13 Метод контурных токов.

14 Принцип наложения.

15 Метод узловых потенциалов.

16 Понятие о двухполюснике. Активные и пассивные двухполюсники. Передача энергии от активного двухполюсника к пассивному. Условие передачи максимума мощности.

17 Теорема об активном двухполюснике и ее применение для расчета цепей.

18 Расчет электрических цепей методом эквивалентного генератора ЭДС и тока.

19 Получение переменного тока. Принцип работы генератора синусоидального тока. Изображение синусоидально изменяющихся величин вращающимся радиусом-вектором. Параметры синусоидальной функции: амплитуда, частота, период, начальная фаза. Мгновенное значение синусоидальной функции.

20 Среднее и действующее значение синусоидальной величины.

21 Комплексное представление векторов. Операции с комплексными числами: сложение и вычитание; умножение и деление; возведение в степень и извлечение корня; дифференцирование и интегрирование.

22 Неразветвленные цепи переменного тока. Резистор в цепи переменного тока. Активная мощность.

23 Синусоидальный ток в индуктивности. ЭДС самоиндукции. Фазовый сдвиг. Индуктивное сопротивление и проводимость. Мгновенная мощность. Волновая и векторная диаграммы, энергия магнитного поля.

24 Синусоидальный ток в емкости. Ток электрического смещения в конденсаторе. Фазовый сдвиг. Емкостные сопротивление и проводимость.

Мгновенная мощность. Энергия электрического поля. Волновая и векторная диаграммы.

25 Последовательное соединение идеального резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Уравнение электрического состояния в дифференциальной и комплексной форме. Закон Ома в комплексной форме. Полное комплексное сопротивление и его составляющие. Треугольники сопротивлений и напряжений.

26 Мощность в цепи синусоидального тока. Треугольник мощностей. Полная, активная и реактивная мощности. Коэффициент мощности и пути его повышения.

27 Параллельное соединение резистора, катушки индуктивности и конденсатора. Первый закон Кирхгофа в комплексной форме. Полная, активная и реактивная проводимости. Треугольник проводимостей. Активная и реактивная составляющие тока. Треугольник токов.

28 Зависимость между комплексными сопротивлением и проводимостью участка цепи.

29 Второй закон Кирхгофа в комплексной форме. Обобщенная ветвь синусоидального тока.

30 Символический метод расчета сложных цепей синусоидального тока.

31 Матричная форма записи контурных и узловых уравнений.

32 Матричный метод формирования систем уравнений при расчете цепи.

33 Топографические диаграммы.

34 Баланс мощностей в цепях с синусоидальными источниками.

35 Простейшие цепи с взаимной индукцией.

36 Последовательное соединение индуктивно связанных элементов цепи.

37 Параллельное соединение индуктивно связанных элементов цепи.

38 Расчет разветвленных цепей при наличии взаимной индуктивности.

39 Эквивалентная замена индуктивных связей.

40 Трансформатор без ферромагнитного сердечника.

41 Передача энергии между индуктивно связанными элементами.

42 Резонанс при последовательном соединении реактивных элементов (резонанс напряжений).

43 Резонанс при параллельном соединении реактивных элементов (резонанс токов).

4.1.2 Перечень контрольных вопросов к экзамену (часть II) для студентов дневной формы обучения

1 Трехфазные электрические цепи и системы ЭДС, напряжений и токов. Преимущества трехфазной системы электроснабжения.

2 Схемы соединения генератора и нагрузки «звездой» и «треугольником».

3 Получение вращающегося магнитного поля.

4 Расчет трехфазной цепи при соединении симметричной и несимметричной нагрузки «звездой».

5 Расчет трехфазной цепи при соединении симметричной и несимметричной нагрузки ««треугольником».

6 Измерение активной мощности в симметричных и несимметричных трехфазных цепях.

7 Разложение периодических несинусоидальных функций в тригонометрический ряд.

8 Состав высших гармоник при наличии симметрии форм кривых напряжения и тока.

9 Действующие значения несинусоидальных ЭДС, напряжений и токов

10 Расчет установившихся режимов в линейных электрических цепях при несинусоидальных периодических ЭДС, напряжениях и токах.

11 Мощность в цепях периодического несинусоидального тока.

12 Высшие гармоники в трехфазных цепях. Системы гармоник прямой, обратной и нулевой последовательности.

13 Особенности работы трехфазных цепей при наличии высших гармоник.

14 Причины возникновения переходных процессов в линейных электрических цепях. Законы коммутации.

15 Независимые и зависимые начальные условия, схемы замещения для их определения.

16 Расчет переходных процессов в разветвленных линейных электрических цепях первого порядка классическим методом.

17 Общие принципы расчета переходных процессов классическим методом в разветвленных цепях второго порядка.

18 Апериодический разряд конденсатора.

19 Периодический (колебательный) разряд конденсатора

20 Способы составления характеристического уравнения при анализе переходных процессов классическим методом.

21 Прямое преобразование Лапласа. Операторные схемы замещения. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме.

22 Изображение по Лапласу производной и интеграла.

23 Нахождение оригинала по его изображению. Теорема разложения.

24 Общие принципы расчета переходных процессов в электрических цепях операторным методом.

25 Расчет переходных процессов при приведении цепи к нулевым начальным условиям.

26 Переходная характеристика электрической цепи. Расчет переходных процессов в линейных электрических цепях при произвольном внешнем воздействии с помощью интеграла Дюамеля.

27 Метод переменных состояния. Методы составления и решения дифференциальных уравнений состояния электрических цепей.

28 Применение неявного интегрирования к расчету переходных процессов, метод дискретных схемных моделей и сведение численного расчета переходных процессов к расчету резистивных цепей.

29 Общие представления о четырехполюсниках, классификация четырехполюсников.

30 Уравнения четырехполюсников в форме А и форме В.

31 Схемы замещения четырехполюсников.

32 Характеристическое сопротивление и постоянная передачи симметричного четырехполюсника.

33 Уравнения симметричного четырехполюсника с гиперболическими функциями.

34 Определение коэффициентов четырехполюсников расчетным и экспериментальным путем.

35 Каскадное, последовательное и параллельное соединения четырехполюсников и их матричное описание.

4.1.3 Перечень контрольных вопросов к экзамену (часть III) для студентов дневной формы обучения

1 Аппроксимация характеристик нелинейных элементов.

2 Нелинейные цепи постоянного тока. Графические и аналитические методы расчета.

3 Нелинейные магнитные цепи при постоянных потоках.

4 Анализ неразветвленных и разветвленных магнитных цепей. Метод двух узлов.

5 Свойства нэ на переменном токе с вентилями. Простейшие выпрямители.

6 Сглаживание пульсации, емкостный и индуктивный фильтры.

7 Методы расчета нелинейных цепей переменного тока

8 Цепи переменного тока с ферромагнитными элементами.

9 Методы гармонической линеаризации и гармонического баланса.

10 Катушка со сталью, схема замещения, векторная диаграмма.

11 Явление феррорезонанса.

12 Цепи синусоидального тока с нелинейными элементами, имеющими прямоугольную характеристику

13 Переходные процессы в нелинейных цепях. Методы расчета переходных процессов

14 Устойчивость режима в нелинейной цепи.

15 Электростатическое поле. Электрическая постоянная. Напряженность электростатического поля, электрическая индукция (электрическое смещение), электрический потенциал.

16 Электростатическое поле. Электрическая постоянная. Напряженность электростатического поля, электрическая индукция (электрическое смещение), электрический потенциал.

17 Теорема Гаусса в интегральной и дифференциальной формах.

18 Проводники в электростатическом поле и граничные условия на поверхности раздела двух диэлектриков.

19 Применение теоремы Гаусса для исследования простейших электростатических полей.

20 Поле параллельных заряженных нитей, параллельных несоосных цилиндров

21 Методы расчета электростатических полей, метод наложения, метод зеркальных изображений.

22 Электрическое поле постоянных токов. Законы Ома, Джоуля-Ленца и Кирхгофа в дифференциальной форме

23 Поле шарового электрода. Шаговое напряжение. Аналогия между электрическим полем постоянного тока и электростатическим полем.

24 Магнитное поле постоянных токов и методы его расчета.

25 Применение закона полного тока к расчету магнитных полей.

26 Векторный магнитный потенциал.

27 Расчет индуктивности.

28 Полная система уравнений электромагнитного поля.

29 Теорема Умова-Пойнтинга и вектор Пойнтинга.

30 Распространение плоской волны в идеальном диэлектрике, в хорошо проводящей среде, в диэлектрике с потерями.

4.2 Критерии оценок результатов учебной деятельности студентов

В соответствии с принципами дидактической системы высшей школы 10-балльная система оценки включает следующие параметрические уровни знаний и степени компетентности студентов и соответствующие им оценки и баллы:

первый уровень (низкий) — рецептивный; оценки «неудовлетворительно», «незачтено»; баллы — «1», «2», «3»;

второй уровень (минимально достаточный) — репродуктивная несамостоятельная учебная деятельность, выполняемая с помощью преподавателя; оценка — «удовлетворительно», «зачтено»; балл — «4»;

третий уровень (средний) — репродуктивная самостоятельная деятельность, выполняемая по алгоритму; оценки — «почти хорошо» и «хорошо»; баллы — «5» и «6»;

четвертый уровень (высокий) — продуктивная самостоятельная деятельность, выполняемая по созданному или типовому алгоритму; оценки — «очень хорошо» и «почти отлично»; баллы — «7» и «8»;

пятый уровень (высший) — творческая деятельность, в результате которой создается объективно новая учебная продукция (информация, знания); оценки — «отлично» и «превосходно»; баллы — «9» и «10».

Десятибалльная шкала в зависимости от величины балла и оценки включает 7 групп критериев, которые ранжированы следующим образом:

10 баллов — (ПРЕВОСХОДНО):

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы, а также по основным вопросам, выходящим за ее пределы;

точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;

безупречное владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации;

полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

творческая самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, активное участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

9 баллов — (ОТЛИЧНО):

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

точное использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его эффективно использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации в рамках учебной программы, полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;

самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, творческое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

8 баллов — (ПОЧТИ ОТЛИЧНО):

систематизированные, глубокие и полные знания по всем поставленным вопросам в объеме учебной программы;

использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

владение инструментарием учебной дисциплины (методами комплексного анализа, техникой информационных технологий), умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач; способность самостоятельно решать сложные проблемы в рамках учебной программы;

усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку с позиций государственной идеологии (по дисциплинам социально-гуманитарного цикла);

активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, систематическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

7 баллов — (ОЧЕНЬ ХОРОШО):

систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам учебной программы;

использование научной терминологии (в том числе на иностранном языке), лингвистически и логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в постановке и решении научных и профессиональных задач;

усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им критическую оценку;

самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

6 баллов — (ХОРОШО):

достаточно полные и систематизированные знания в объеме учебной программы;

использование необходимой научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать обоснованные выводы;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;

усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку; активная самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, периодическое участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

5 баллов — (ПОЧТИ ХОРОШО):

достаточные знания в объеме учебной программы;

использование научной терминологии, стилистически грамотное, логически правильное изложение ответа на вопросы, умение делать выводы;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении учебных и профессиональных задач;

способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы;

усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

умение ориентироваться в базовых теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им сравнительную оценку;

самостоятельная работа на практических, лабораторных занятиях, участие в групповых обсуждениях, высокий уровень культуры исполнения заданий.

4 балла — (УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО), ЗАЧТЕНО:

достаточный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины;

использование научной терминологии, стилистическое и логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок;

владение инструментарием учебной дисциплины, умение его использовать в решении стандартных (типовых) задач;

умение под руководством преподавателя решать стандартные (типовые) задачи;

умение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях по изучаемой дисциплине и давать им оценку;

работа под руководством преподавателя на практических, лабораторных занятиях, допустимый уровень культуры исполнения заданий.

3 балла — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО), НЕЗАЧТЕНО:

недостаточно полный объем знаний в рамках образовательного стандарта;

знание части основной литературы учебной программой дисциплины;

использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными лингвистическими и логическими ошибками;

слабое владение инструментарием учебной дисциплины, некомпетентность в решении стандартных (типовых) задач;

неумение ориентироваться в основных теориях, концепциях и направлениях изучаемой дисциплины;

пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

2 балла — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО):

фрагментарные знания в рамках образовательного стандарта;

знания отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины;

неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых стилистических и логических ошибок;

пассивность на практических и лабораторных занятиях, низкий уровень культуры исполнения заданий.

1 балл — (НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО):

отсутствие знаний и компетенций в рамках образовательного стандарта или отказ от ответа.

4.3 Критерии выставления контрольных сроков

В качестве критериев выставления оценок по контрольным срокам используются:

- посещаемость практических и лабораторных занятий;
- выполнение практических заданий и лабораторных работ;
- защита отчетов по практическим и лабораторным работам;
- участие студентов в НИРС.

Оценки первого и второго контрольных сроков

Отметка	Обоснование
10 (А)	Отсутствие пропусков занятий без уважительных причин, выполнение всех положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ, защита отчетов по всем выполненным практическим и лабораторным работам, выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в нестандартной ситуации (в частности активность студента в рамках НИРС)
9	Отсутствие пропусков занятий без уважительных причин, выполнение всех положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ, защита отчетов по всем выполненным практическим и лабораторным работам, выраженная способность самостоятельно и творчески решать сложные проблемы в рамках тем изучаемой дисциплины
8	Отсутствие пропусков занятий без уважительных причин, выполнение всех положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ, защита отчетов по всем выполненным практическим и лабораторным работам
7	Пропуск по неуважительным причинам менее 25% занятий и выполнение более 75% положенных к контрольному сроку практических и лабораторных работ, защита отчетов по выполненным практическим и лабораторным работам

6	Пропуск по неуважительным причинам менее 25% занятий или выполнение более 75% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ с защитой отчетов по выполненным практическим и лабораторным работам
5	Пропуск по неуважительным причинам менее 25% занятий, выполнение более 75% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ, защита хотя бы одного отчета по практической или лабораторной работе
4	Пропуск по неуважительным причинам менее 50% занятий, выполнение более 50% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ, защита хотя бы одного отчета по практической или лабораторной работе
3	Пропуск по неуважительным причинам менее 25% занятий и выполнение без защиты более 75% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ
2	Пропуск по неуважительным причинам менее 25% занятий и выполнение без защиты более 50% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ
1	Пропуск по неуважительным причинам менее 50% занятий и выполнение без защиты более 50% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ
0	Пропуск по неуважительным причинам более 50% занятий или выполнение без защиты менее 50% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ
Не аттестован	Студент не подлежит аттестации по данной дисциплине

5 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ

5.1 Учебная программа «Теоретические основы электротехники» № УД-11.25/р. от 22.05.2014

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета «Электротехнический»
_____ Ф.Е. Сатырев
«22» 05 2014
Регистрационный № УД- 11.25 /р.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ

Учебная программа учреждения высшего образования
по учебной дисциплине для специальности

1-37 02 04 Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте

Факультет: Электротехнический

Кафедра: Электротехника

Курс: **2, 3**

Семестр: **3, 4, 5**

Лекции:	**100 часов**	Экзамен:	**3, 4 семестры**
Лабораторные занятия:	**32 часа**	Зачет:	**5 семестр**
Практические занятия:	**82 часа**	РГР:	**3, 4, 5 семестры**
Всего аудиторных часов по дисциплине:	**214 часов**		
Всего часов по дисциплине:	**442 часа**	Форма получения высшего образования:	**дневная**

Составил: Н.П. Волков, к.т.н., доцент

2014

Учебная программа составлена на основе типовой учебной программ «Теоретические основы электротехники» «11» марта 2011 г., регистрационны № ТД-.I.647/тип.

Рассмотрена и рекомендована к утверждению в качестве рабочего варианта на за седании кафедры «Электротехника»

«21» ...мая.... 2014 г.

Протокол № 5

Заведующий кафедрой
В. А. Пацкевич

Одобрена и рекомендована к утверждению методическим советом электротехнического факультета

«.22..» ...мая..... 2014 г.

Протокол № .3...

Председатель
Ф. Е. Сатырев

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Актуальность изучения учебной дисциплины

Теория линейных электрических цепей железнодорожной автоматики, телемеханики и связи является основной теоретической базой, которая используется во многих специальных изучаемых курсах при профессиональной подготовке инженеров-электриков.

Дисциплина «Теория линейных электрических цепей» должна обеспечивать комплексную подготовку будущего специалиста – профессиональную подготовку, развитие творческих способностей, умение формулировать и решать на высоком научном уровне проблемы изучаемой специальности, умение творчески применять и самостоятельно повышать свои знания.

Поэтому важно, чтобы в процессе обучения студент освоил современные теоретические и практические методы расчета электрических цепей устройств железнодорожной автоматики телемеханики и связи.

Программа разработана на основе компетентностного подхода, требований к формированию компетенций, сформулированных в образовательном стандарте ОСВО 1- 37 02 04-2013 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте».

Дисциплина относится к циклу общепрофессиональных и специальных дисциплин, осваиваемых студентами специальности 1-37 02 04 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте», специализаций:

1-37 02 04 01 «Автоматика и телемеханика»;

1-37 02 04 02 «Системы передачи и распределения информации»;

1-37 02 04 03 «Микропроцессорные информационно-управляющие системы».

Цели и задачи учебной дисциплины

Цель дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций при анализе режимов работы и проектировании устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, таких, как рельсовые цепи; групповые, взаимовлияющие и индуктивно связанные линии; фильтры, корректоры и другие элементы систем передачи информации.

Основной задачей дисциплины является подготовка студента для успешного и грамотного решения инженерных задач будущей специальности на основе знаний:

– основных систем параметров многополюсных цепей;

– приемов синтеза двухполюсных и четырехполюсных цепей;

– свойств и параметров волновых процессов в линиях автоматики, телемеханики и связи;

– частотных свойств фильтров и корректирующих звеньев.

Требования к уровню освоения содержания учебной дисциплины

В результате изучения дисциплины студент должен закрепить и развить следующие академические (АК) и социально-личностные (СЛК) компетенции, предусмотренные в образовательном стандарте ОСВО 1-37 02 04-2013:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретическими знаниями для решения теоретических и практических задач;

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом;

АК-3. Владеть исследовательскими навыками;

АК-4. Уметь работать самостоятельно;

АК-5. Быть способным порождать новые идеи (обладать креативностью);

АК-6. Владеть междисциплинарным подходом при решении проблем;

АК-9. Уметь учиться, повышать свою квалификацию в течение всей жизни;

СЛК-6. Уметь работать в команде.

В результате изучения дисциплины студент должен обладать следующими профессиональными компетенциями (ПК), предусмотренными образовательным стандартом ОСВО 1- 37 02 04-2013:

Проектно-конструкторская деятельность

ПК-10. Давать оценку функциональным узлам систем железнодорожной автоматики, телемеханики и связи с точки зрениях их информационной и функциональной безопасности.

Ремонтно-эксплуатационная деятельность

ПК-19. Выявлять причины отказов систем и элементов устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, вести их учет, разрабатывать предложения по их предупреждению.

Для приобретения профессиональных компетенций ПК-10, ПК-19 в результате изучения дисциплины студент должен

знать:

– основные системы параметров, определяющие связи между напряжениями и токами многополюсных цепей, основные приемы синтеза простейших и сложных двухполюсных и четырехполюсных цепей по заданным свойствам;

– основные свойства и параметры волновых процессов в линиях автоматики, телемеханики и связи, практические способы улучшения условий передачи сигналов;

– основные схемы и свойства фильтров и корректирующих звеньев;

уметь и быть способным:

– аналитически и экспериментально определять (выбирать) системы, соотношения, частотные и временные характеристики параметров заданных электрических цепей устройств железнодорожной автоматики, телемеханики и связи;

– составлять схемы, обеспечивающие заданные частотные зависимости параметров, выбирать методы расчета и необходимые расчетные соотношения;

владеть:

– навыками решения практических задач в области электротехники;

– методами анализа и синтеза электрических цепей, имеющих специальные частотные характеристики.

Структура содержания учебной дисциплины

Содержание дисциплины представлено в виде разделов, разбитых на темы, которые представляют собой относительно самостоятельные укрупненные дидактические единицы содержания обучения. Содержание тем опирается на приобретенные ранее студентами компетенции при изучении естественнонаучных дисциплин «Физика», «Математика», общепрофессиональной дисциплины «Теоретические основы электротехники».

Форма получения высшего образования – дневная и заочная.

По дневной форме в соответствии с учебным планом на изучение дисциплины отведено всего 214 часов, из них аудиторных 112 часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции - 68 часов, лабораторные занятия - 14 часов, практические занятия – 30 часов.

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий

Семестр	Всего часов	Лекции	Лабора-торные занятия	Практи-ческие занятия	Форма аттестации	Всего аудиторных часов	Зачетных единиц
5	76	34	-	14	Зачет, РГР	48	2
6	138	34	14	16	Экзамен, РГР	64	3
Итого	**214**	**68**	**14**	**30**		**112**	**5**

По заочной форме в соответствии с учебным планом на изучение дисциплины отведено всего 214 часов, из них аудиторных 26 часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции - 12 часов, лабораторные занятия - 6 часов, практические занятия – 8 часов.

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий

Семестр	Всего часов	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабора-торные занятия	Практи-ческие занятия	Форма аттестации	Зачетных единиц
7	8	8	4	-	4		0
8	68	12	6	4	2	Зачет, КР	2
9	138	6	2	2	2	Экзамен, КР	3

По заочной сокращенной форме в соответствии с учебным планом на изучение дисциплины отведено всего 214 часов, из них аудиторных 26 часов. Примерное распределение аудиторных часов по видам занятий: лекции - 12 часов, лабораторные занятия - 6 часов, практические занятия – 8 часов.

Трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц.

Распределение аудиторных часов по семестрам, видам занятий

Семестр	Всего часов	Всего аудиторных часов	Лекции	Лабора-торные занятия	Практи-ческие занятия	Форма аттестации	Зачетных единиц
7	8	8	4	-	4		0
8	68	12	6	4	2	Зачет, КР	2
9	138	6	2	2	2	Экзамен, КР	3

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

Раздел 1. Теория многополюсных цепей

Тема 1.1 Введение.

Особенности методов анализа и синтеза передачи и приема сигналов в системах железнодорожной автоматики телемеханике и связи (ЖАТС). Формы представления сигналов.

Тема 1.2 Электрическая цепь как многополюсник. Двухполюсник (ДП). Определение входных характеристик пассивных двухполюсников.

Основные понятия о многополюсной и двухполюсной цепи. Составление и построение частотных и операторных характеристик входных сопротивлений реактивных и активно-реактивных двухполюсников.

Тема 1.3 Обратные и эквивалентные двухполюсники.

Понятие обратного и эквивалентного двухполюсника. Основные свойства и характеристики. Принципы построения и расчета обратных и эквивалентных двухполюсников.

Тема 1.4 Канонические схемы двухполюсников. Приведение двухполюсных схем к каноническому виду.

Понятие канонической схемы двухполюсника. Основные канонические формы двухполюсников. Свойства и признаки которыми обладают канонические схемы двухполюсных цепей. Методы позволяющие получить схему двухполюсника в каноническом виде.

Тема 1.5 Четырехполюсные цепи (ЧП). Основные уравнения. Сложные (составные) четырехполюсники. Характерестические параметры четырехполюсников.

Основные понятия о четырехполюсной цепи. Классификация четырехполюсников. Системы параметров четырехполюсников и уравнения четырехполюсников в матричной форме. Каскадное, последовательное, параллельное, последовательно-параллельное и параллельно-последовательное соединения четырехполюсников и их матричное описание. Характеристическое сопротивление, постоянная распространения. Определение параметров расчетным и экспериментальным путем с помощью опытов холостого хода и короткого замыкания.

Тема 1.6 Уровни сигналов связи.

Понятие уровня сигнала и коэффициента затухания, их единицы измерения. Связь между напряжением и уровнем сигнала. Сигналы нулевого уровня. Диаграмма уровней.

Тема 1.7 Входные, передаточные и рабочие функции ЧП.

Входное сопротивление, сопротивление передачи, приведенное сопротивление, коэффициенты передачи по напряжению и току, расчетные выражения, единицы измерения. Связь между входными и передаточными функциями ЧП. Выражение входных и передаточных функций через коэффициенты основных уравнений ЧП. Рабочее затухание, способы расчета.

Раздел 2. Электрические цепи с распределенными параметрами

Тема 2.1 Линия электропередачи постоянного тока.

Схема замещения линии электропередачи постоянного тока и ее основные элементы. Расчет напряжения, тока, мощности в линии при изменении сопротивления нагрузки и сопротивления проводов линии.

Тема 2.2 Линии с распределенными параметрами.

Цепи воздушных и кабельных линий железнодорожной автоматики, телемеханики и связи, рельсовые цепи как цепи с распределенными параметрами. Схема замещения, параметры и уравнения однородной уединенной электрической линии. Уравнения линии при установившемся режиме гармонического переменного тока. Волновые процессы в линии. Волновые параметры. Коэффициенты отражения, бегущей и стоячей волны. Распределение напряжения и тока вдоль линии с распределенными параметрами. Однородная уединенная линия как четырехполюсник. Рабочие параметры однородной линии связи.

Тема 2.3 Электрически короткая и электрически длинная линии.

Понятие электрически короткой и электрически длинной линии. Напряжение, ток, мощность в электрически короткой и электрически длинной линиях.

Тема 2.4 Линия без потерь.

Понятие и свойства линии без потерь. Волновые параметры линии без потерь. Выражения, связывающие напряжения и токи в линии без потерь. Режимы холостого хода и короткого замыкания в линии без потерь. Четвертьволновая линия без потерь. Стоячие и бегущие волны в линии без потерь.

Тема 2.5 Передача по линии широкополосных сигналов. Неискажающая линия. Методы согласования линии с нагрузкой.

Передача по линии сигналов широким спектром частот. Искажения сигналов. Основные свойства и параметры неискажающей линии. Согласующий трансформатор. Применение отрезков линий без потерь для обеспечения режима согласованной нагрузки.

Тема 2.6 Переходные процессы в линиях с распределенными параметрами.

Схема замещения. Правила эквивалентной волны. Расчет переходных процессов в линиях с распределенными параметрами.

Тема 2.7 Линии, подверженные внешним влияниям.

Воздействие на линию распределенных источников ЭДС и тока. Эквивалентная схема линии с распределенными источниками.

Тема 2.8 Неоднородные линии. Несимметричная двухпроводная линия.

Волновые процессы в неоднородной и несимметричной двухпроводной линиях. Схема замещения несимметричной двухпроводной линии.

Раздел 3. Электрические фильтры

Тема 3.1 Основные понятия и классификация фильтров.

Электрические фильтры в устройствах групповых связей и диспетчерской централизации. Полоса пропускания и задержки фильтра. Частота среза. Основные частотные характеристики.

Тема 3.2 Цепочечные фильтры.

Условия пропускания и задержания цепочечных фильтров. Фильтры нижних частот, верхних частот, полосопропускающие и полосозадерживающие типа «k». Производные фильтры типа «m». Принципы построения. Расчет и построение основных частотных характеристик цепочечных фильтров. Преобразование масштаба частот цепочечных фильтров. Влияние потерь и несогласованности на работу фильтров. Требования предъявляемые к цепочечным фильтрам при проектировании.

Тема 3.3 Мостовые фильтры.

Особенности построения мостовых фильтров. Условия пропускания и задерживания мостовых фильтров. Простейшие и сложные мостовые фильтры. Расчет и построение основных частотных характеристик.

Тема 3.4 RC-фильтры.

Пассивные RC-фильтры нижних и верхних частот первого порядка. Пассивные RC-фильтры нижних и верхних частот второго порядка. Полосопропускающий RC-фильтр. Расчет и построение основных частотных характеристик. Активные RC-фильтры.

Тема 3.5 Полиноминальные фильтры.

Понятие полиноминального фильтра. Передаточная функция. Виды аппроксимаций. Полиноминальные фильтры Баттерворта и Чебышева, принципы расчета и построения.

Тема 3.6 Дискретные и цифровые фильтры.

Перспективы применения цифровых фильтров в устройствах железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. Дискретный фильтр как линейная модель цифрового фильтра. Построение модели цифрового фильтра по заданной импульсной характеристике. Канонические схемы цифровых фильтров. Определение элементов схем по заданным частотным характеристикам. Аппаратная и программная реализация цифровых фильтров. Источники погрешностей в цифровых фильтрах и их оценка.

Раздел 4. Корректирующие цепи

Тема 4.1 Корректоры амплитудно-частотных искажений сигналов.

Принцип возникновения амплитудно-частотных искажений сигналов. Амплитудно-выравнивающий корректор. Условия построения. Порядок расчета.

Тема 4.2 Корректоры фазочастотных искажений сигналов.

Принцип возникновения фазочастотных искажений сигналов. Фазовыравнивающий корректор. Условия построения. Порядок расчета.

Раздел 5. Основы синтеза многополюсных цепей

Тема 5.1 Основы синтеза двухполюсных цепей.

Условия реализации входных функций пассивных двухполюсников. Свойства функций входных сопротивлений (проводимостей) пассивных двухполюсников. Синтез RC-, RL- и LC-двухполюсников. Синтез пассивных двухполюсников общего вида.

Тема 5.2 Основы синтеза четырехполюсных цепей.

Условия реализации функций пассивных четырехполюсников. Методы синтеза пассивных четырехполюсников.

ХАРАКТЕРИСТИКА РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

РГР №1. Расчет линейных электрических цепей (включает две задачи) – 5 семестр.

Задача 1. Расчет двухполюсных цепей

Заданы: схемы и параметры элементов сложного реактивного двухполюсника.

Требуется: построить и рассчитать двухполюсник (ДП), обратный данному, привести схемы исходного и обратного двухполюсника к каноническим, рассчитать частотные характеристики входных сопротивлений обоих ДП.

Графическая часть – один лист миллиметровой бумаги, на котором представлены частотные зависимости входных сопротивлений и характеристические строки двухполюсников.

Задача 2. Расчет четырехполюсных цепей

Заданы: схема и параметры элементов сложного четырехполюсника (ЧП), комплексные сопротивления источника и нагрузки.

Требуется: представить схему заданного ЧП в виде соединения двух простых ЧП, определить характеристические и рабочие параметры, рассчитать зависимости модуля и аргумента входного сопротивления составного ЧП от сопротивления нагрузки.

Графическая часть – один лист миллиметровой бумаги с графиками зависимости $Z_{BX}(R_H)$ и $\varphi_{BX}(R_H)$.

РГР №2. Расчет электрических цепей со специальными частотными характеристиками (включает две задачи) – 6 семестр.

Задача 1. Расчет линии с распределенными параметрами.

Заданы: тип и протяженность линии, материал и диаметр проводов (жил кабеля), рабочий диапазон частот, комплексные сопротивления источника и нагрузки, напряжение на нагрузке.

Требуется: определить первичные и волновые параметры, рассчитать распределение напряжения и тока вдоль линии на рабочей частоте, рассчитать частотные зависимости рабочих параметров линии.

Графическая часть – один лист миллиметровой бумаги с волновыми диаграммами напряжений и токов в конце и начале линии, векторные диаграммы распределения падающих и отраженных волн напряжений и токов.

Задача 2. Расчет электрических фильтров.

Задана: частотная характеристика затухания.

Требуется: построить схемы и рассчитать параметры составного цепочного (полиноминального) фильтра, рассчитать и построить частотные зависимости характеристических сопротивлений фильтров.

Графическая часть – один лист миллиметровой бумаги с требуемой и расчетной характеристиками затухания.

ХАРАКТЕРИСТИКА КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

Целью контрольной работы является проверка усвоения студентами соответствующих разделов курса. Работа выполняется после изучения необходимого материала:

Тематика контрольной работы для заочной полной и сокращенной форм обучения – Четырехполюсные цепи, основные уравнения, сложные четырехполюсники, характеристические параметры четырехполюсников; основные понятия и классификация фильтров.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (дневная форма обучения)

Номер темы	Название раздела темы, перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	**Раздел 1. Теория многополюсных цепей**	**16**	**8**	**8**			
1.1	Тема 1.1 Введение	2				[1]	
1.2	Тема 1.2 Электрическая цепь как многополюсник. Двухполюсник (ДП). Определение входных характеристик пассивных двухполюсников.	3	4	2	У, КЛ, МП,ТУ, ЛС	[1], [2], [6]	Защита отчета по лаб. раб
1.3	Тема 1.3 Обратные и эквивалентные двухполюсники.	2				[2]	Защита РГР
1.4	Тема 1.4 Канонические схемы двухполюсников. Приведение двухполюсных схем к каноническому виду.	2		2	У, КЛ, ТУ	[1]	тест
1.5	Тема 1.5 Четырехполюсные цепи (ЧП). Основные уравнения. Сложные (составные) четырехполюсники. Характерестические параметры четырехполюсников.	3	2	2	У, КЛ, МП,ТУ, ЛС	[1], [2], [4], [6]	Защита отчета по лаб. раб
1.6	Тема 1.6 Уровни сигналов связи.	2	2		У, КЛ, МП, ЛС	[1], [6]	Защита отчета по лаб. раб
1.7	Тема 1.7 Входные, передаточные и рабочие функции ЧП.	2		2	У, КЛ, ТУ	[1], [2], [4], [6]	тест
2	**Раздел 2. Электрические цепи с распределенными параметрами**	**20**	**2**	**6**			
2.1	Тема 2.1 Линия электропередачи постоянного тока.	2				[1]	
2.2	Тема 2.2 Линии с распределенными параметрами.	6	2	2	У, КЛ, МП, ТУ,ЛС	[1], [2], [7], [8]	Защита отчета по лаб. раб

1	2	3	4	5	6	7	8
2.3	Тема 2.3 Электрически короткая и электрически длинная линии.	2			У, КЛ, МП, ЛС	[1], [2], [7]	Защита отчета по лаб. раб
2.4	Тема 2.4 Линия без потерь.	2		2	У, КЛ, ТУ	[1], [2], [8]	
2.5	Тема 2.5 Передача по линии широкополосных сигналов. Неискажающая линия. Методы согласования линии с нагрузкой.	2		2	У, КЛ, ТУ	[1], [2], [8]	
2.6	Тема 2.6 Переходные процессы в линиях с распределенными параметрами.	2				[1]	
2.7	Тема 2.7 Линии, подверженные внешним влияниям.	2				[1]	
2.8	Тема 2.8 Неоднородные линии. Несимметричная двухпроводная линия.	2				[1]	
3	**Раздел 3. Электрические фильтры**	**22**	**4**	**8**			
3.1	Тема 3.1 Основные понятия и классификация фильтров.	2				[1]	
3.2	Тема 3.2 Цепочечные фильтры.	8	4	4	У, КЛ, МП, ТУ, ЛС	[1], [7], [8]	Защита отчета по лаб. раб
3.3	Тема 3.3 Мостовые фильтры.	4		2	У, КЛ, ТУ	[1]	
3.4	Тема 3.4 RC-фильтры.	2					
3.5	Тема 3.5 Полиноминальные фильтры.	4		2	У, КЛ, ТУ	[2], [8]	Защита РГР
3.6	Тема 3.6 Дискретные и цифровые фильтры.	2				[1]	
4	**Раздел 4. Корректирующие цепи**	**4**		**4**			
4.1	Тема 4.1 Корректоры амплитудно-частотных искажений сигналов.	2		2	У, КЛ, ТУ	[1]	
4.2	Тема 4.2 Корректоры фазочастотных искажений сигналов.	2		2	У, КЛ, ТУ	[1]	
5	**Раздел 5. Основы синтеза многополюсных цепей**	**6**		**4**			
5.1	Тема 5.1 Основы синтеза двухполюсных цепей.	3		2	У, КЛ, ТУ	[1], [2]	КР
5.2	Тема 5.2 Основы синтеза четырехполюсных цепей.	3		2	У, КЛ, ТУ	[1], [2]	КР

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (заочная форма обучения)

Номер темы	Название раздела темы, перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Самостоятельное изучение	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	**Раздел 1. Теория многополюсных цепей**	**9**	**4**	**5**	**14**	У, КЛ, МП, ЛС	[1], [2], [6], [4], [7], [8]	Защита лабораторных работ
1.1	Тема 1.1 Введение				2			
1.2	Тема 1.2 Электрическая цепь как многополюсник. Двухполюсник (ДП). Определение входных характеристик пассивных двухполюсников.	2		2	5			
1.3	Тема 1.3 Обратные и эквивалентные двухполюсники.	1		1				
1.4	Тема 1.4 Канонические схемы двухполюсников. Приведение двухполюсных схем к каноническому виду.	2	2					
1.5	Тема 1.5 Четырехполюсные цепи (ЧП). Основные уравнения. Сложные (составные) четырехполюсники. Характерестические параметры четырехполюсников.	2	2	2	1			
1.6	Тема 1.6 Уровни сигналов связи.				4			
1.7	Тема 1.7 Входные, передаточные и рабочие функции ЧП.	2			2			
2	**Раздел 2. Электрические цепи с распределенными параметрами**				**28**			
2.1	Тема 2.1 Линия электропередачи постоянного тока.				2			
2.2	Тема 2.2 Линии с распределенными параметрами.				10			

1	2	3	4	5	6	7	8	
2.3	Тема 2.3 Электрически короткая и электрически длинная линии.				2	У, КЛ, МП, ЛС	[1], [2], [7] [8]	Защита лабораторных работ, выполнение контрольной работы
2.4	Тема 2.4 Линия без потерь.				4			
2.5	Тема 2.5 Передача по линии широкополосных сигналов. Неискажающая линия. Методы согласования линии с нагрузкой.				4			
2.6	Тема 2.6 Переходные процессы в линиях с распределенными параметрами.				2			
2.7	Тема 2.7 Линии, подверженные внешним влияниям.				2			
2.8	Тема 2.8 Неоднородные линии. Несимметричная двухпроводная линия.				2			
3	**Раздел 3. Электрические фильтры**	**2**	**2**	**2**	**28**			
3.1	Тема 3.1 Основные понятия и классификация фильтров.	2						
3.2	Тема 3.2 Цепочечные фильтры.		2	2	12			
3.3	Тема 3.3 Мостовые фильтры.				6			
3.4	Тема 3.4 RC-фильтры.				2			
3.5	Тема 3.5 Полиноминальные фильтры.				6			
3.6	Тема 3.6 Дискретные и цифровые фильтры.				2			
4	**Раздел 4. Корректирующие цепи**				**8**			
4.1	Тема 4.1 Корректоры амплитудно-частотных искажений сигналов.				4			
4.2	Тема 4.2 Корректоры фазочастотных искажений сигналов.				4			
5	**Раздел 5. Основы синтеза многополюсных цепей**				**10**			
5.1	Тема 5.1 Основы синтеза двухполюсных цепей.				5			
5.2	Тема 5.2 Основы синтеза четырехполюсных цепей.				5			

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КАРТА (заочная сокращенная форма обучения)

Номер темы	Название раздела темы, перечень изучаемых вопросов	Количество аудиторных часов			Самостоятельное изучение	Материальное обеспечение занятия (наглядные, методические пособия и др.)	Литература	Форма контроля знаний
		лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия				
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	**Раздел 1. Теория многополюсных цепей**	**9**	**4**	**5**	**14**	У, КЛ, МП,ЛС	[1], [2], [6], [4], [7], [8]	Защита лабораторных работ, выполнение контрольной работы
1.1	Тема 1.1 Введение				2			
1.2	Тема 1.2 Электрическая цепь как многополюсник. Двухполюсник (ДП). Определение входных характеристик пассивных двухполюсников.	2		2	5			
1.3	Тема 1.3 Обратные и эквивалентные двухполюсники.	1		1				
1.4	Тема 1.4 Канонические схемы двухполюсников. Приведение двухполюсных схем к каноническому виду.	2	2					
1.5	Тема 1.5 Четырехполюсные цепи (ЧП). Основные уравнения. Сложные (составные) четырехполюсники. Характерестические параметры четырехполюсников.	2	2	2	1			
1.6	Тема 1.6 Уровни сигналов связи.				4			
1.7	Тема 1.7 Входные, передаточные и рабочие функции ЧП.	2			2			
2	**Раздел 2. Электрические цепи с распределенными параметрами**				**28**			
2.1	Тема 2.1 Линия электропередачи постоянного тока.				2			
2.2	Тема 2.2 Линии с распределенными параметрами.				10			

1	2	3	4	5	6	7	8	
2.3	Тема 2.3 Электрически короткая и электрически длинная линии.				2	У, КЛ, МП, ЛС	[1], [2], [7] [8]	Защита лабораторных работ, выполнение контрольной работы
2.4	Тема 2.4 Линия без потерь.				4			
2.5	Тема 2.5 Передача по линии широкополосных сигналов. Неискажающая линия. Методы согласования линии с нагрузкой.				4			
2.6	Тема 2.6 Переходные процессы в линиях с распределенными параметрами.				2			
2.7	Тема 2.7 Линии, подверженные внешним влияниям.				2			
2.8	Тема 2.8 Неоднородные линии. Несимметричная двухпроводная линия.				2			
3	**Раздел 3. Электрические фильтры**	**2**	**2**	**2**	**28**			
3.1	Тема 3.1 Основные понятия и классификация фильтров.	2						
3.2	Тема 3.2 Цепочечные фильтры.		2		12			
3.3	Тема 3.3 Мостовые фильтры.				6			
3.4	Тема 3.4 RC-фильтры.				2			
3.5	Тема 3.5 Полиноминальные фильтры.				6			
3.6	Тема 3.6 Дискретные и цифровые фильтры.				2			
4	**Раздел 4. Корректирующие цепи**				**8**			
4.1	Тема 4.1 Корректоры амплитудно-частотных искажений сигналов.				4			
4.2	Тема 4.2 Корректоры фазочастотных искажений сигналов.				4			
5	**Раздел 5. Основы синтеза многополюсных цепей**				**10**			
5.1	Тема 5.1 Основы синтеза двухполюсных цепей.				5			
5.2	Тема 5.2 Основы синтеза четырехполюсных цепей.				5			

Условные обозначения

У – учебник

МП – методическое пособие

КЛ – конспект лекций

ЛС – лабораторный стенд

КР – контрольная работа

ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Методы (технологии) обучения

Основными методами (технологиями) обучения, отвечающими целям изучения дисциплины, являются:

– элементы проблемного обучения (проблемное изложение, разделение учебного материала на инвариантную и вариативную части, использование частично-поискового метода), реализуемые на лекционных занятиях как альтернатива традиционному объяснительно-иллюстративному обучению;

– элементы учебно-исследовательской деятельности и кейс-технологии, способствующие развитию креативных способностей студентов и навыков критического мышления и реализуемые на практических и лабораторных занятиях и при самостоятельной работе.

Организация самостоятельной работы студентов

При изучении дисциплины используются следующие формы самостоятельной работы:

– контролируемая самостоятельная работа в виде решения индивидуальных задач в аудитории во время проведения практических и лабораторных занятий под контролем преподавателя в соответствии с расписанием;

– управляемая самостоятельная работа, в том числе в виде выполнения расчетно-графических работ с консультациями преподавателя;

– подготовка докладов для выступления на научно-технической конференции.

Диагностика компетенций студента

Оценка учебных достижений студента на экзамене производится по десятибалльной шкале. Для оценки учебных достижений студентов используются критерии, утвержденные Министерством образования Республики Беларусь.

Оценка промежуточных учебных достижений студентов осуществляется в соответствии с избранной кафедрой шкалой оценок.

Для оценки достижений студентов используется следующий диагностический инструментарий (в скобках – какие компетенции проверяются):

– выступление студента на научно-технической конференции с докладом реферативного или исследовательского характера (АК-1 – АК-4, АК-6, СЛК-6, ПК-10, ПК-19);

– проведение текущих контрольных опросов и работ по отдельным темам (АК-1, АК-2, АК-4, АК-9, ПК-10, ПК-19);

– защита выполненных на практических и лабораторных занятиях индивидуальных заданий (АК-1, АК-2, АК-4, АК-6, ПК-10, ПК-19);

– защита выполненных в рамках управляемой самостоятельной работы расчетно-графических работ (АК-1, АК-2, АК-4, АК-6);

– сдача экзамена и зачета по дисциплине (АК-1, АК-2, АК-4, АК-6, АК-9, ПК-10, ПК-19).

КРИТЕРИИ ОЦЕНОК РЕЗУЛЬТАТОВ УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СТУДЕНТА

Баллы	Критерии оценки
1	2
1 (один)	отсутствие знаний теории линейных электрических цепей в рамках учебной программы дисциплины или отказ от ответа
2 (два)	фрагментарные знания теории линейных электрических цепей в рамках учебной программы дисциплины; знание отдельных литературных источников, рекомендованных учебной программой дисциплины; неумение использовать научную терминологию дисциплины, наличие в ответе грубых и логических ошибок; низкий уровень культуры исполнения практических заданий
3 (три)	недостаточно полный объем знаний теории линейных электрических цепей в рамках учебной программы дисциплины; использование научной терминологии, изложение ответа на вопросы с существенными и логическими ошибками; знание части основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; слабое владение методами анализа линейных и нелинейных электрических цепей в стационарных и переходных режимах и методами расчета электромагнитных полей, некомпетентность в решении типовых задач; низкий уровень культуры исполнения практических заданий
4 (четыре)	достаточный объем знаний теории линейных электрических цепей в рамках учебной программы дисциплины; использование научной терминологии, логическое изложение ответа на вопросы, умение делать выводы без существенных ошибок; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; владение методами анализа линейных и нелинейных электрических цепей в стационарных и переходных режимах и методами расчета электромагнитных полей; умение под руководством преподавателя решать типовые задачи; допустимый уровень исполнения практических заданий

1	2
5 (пять)	достаточные знания теории линейных электрических цепей в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать выводы; владение методами анализа линейных и нелинейных электрических цепей в стационарных и переходных режимах и методами расчета электромагнитных полей, умение использовать их в решении задач; способность самостоятельно принимать типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; достаточный уровень культуры исполнения практических заданий
6 (шесть)	достаточно полные и систематизированные знания теории линейных электрических цепей в объеме учебной программы; использование необходимой научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обобщения и обоснованные выводы; владение методами анализа линейных и нелинейных электрических цепей в стационарных и переходных режимах и методами расчета электромагнитных полей, умение их использовать в решении задач; способность самостоятельно применять типовые решения в рамках учебной программы; усвоение основной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; достаточный уровень культуры исполнения практических заданий
7 (семь)	систематизированные, глубокие и полные знания теории линейных электрических цепей в объеме учебной программы дисциплины; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение методами анализа линейных и нелинейных электрических цепей в стационарных и переходных режимах и методами расчета электромагнитных полей, умение их использовать в решении задач; свободное владение решениями типовых задач в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; высокий уровень культуры исполнения практических заданий

1	2
8 (восемь)	систематизированные, глубокие и полные знания теории линейных электрических цепей в объеме учебной программы дисциплины; использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение методами анализа линейных и нелинейных электрических цепей в стационарных и переходных режимах и методами расчета электромагнитных полей, умение эффективно их использовать в решении задач, в том числе с применением современных информационных технологий; способность самостоятельно решать сложные задачи в рамках учебной программы; усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программной дисциплины; высокий уровень культуры исполнения практических заданий
9 (девять)	систематизированные, глубокие и полные знания теории линейных электрических цепей в объеме учебной программы дисциплины; точное использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; владение методами анализа линейных и нелинейных электрических цепей в стационарных и переходных режимах и методами расчета электромагнитных полей, умение эффективно их использовать в решении задач, в том числе с применением современных информационных технологий; способность самостоятельно и творчески решать нестандартные задачи в рамках учебной программы; полное усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; высокий уровень культуры исполнения практических заданий
10 (десять)	систематизированные, глубокие и полные знания теории линейных электрических цепей, выходящие за рамки учебной программы дисциплины; точное использование научной терминологии, грамотное и логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать обоснованные выводы и обобщения; безупречное владение методами анализа линейных и нелинейных электрических цепей в стационарных и переходных режимах и методами расчета электромагнитных полей, умение эффективно их использовать в решении задач, в том числе с применением современных информационных технологий; способность самостоятельно и творчески решать нестандартные задачи; полное и глубокое усвоение основной и дополнительной литературы, рекомендованной учебной программой дисциплины; умение использовать научные достижения смежных дисциплин при решении задач; высокий уровень культуры исполнения практических заданий.

ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Каллер М.Я., Соболев Ю.В., Богданов А.Г. Теория линейных электрических цепей железнодорожной автоматики, телемеханики и связи. – М.: Транспорт. 1985.

2. Шебес М.Р. Теория линейных электрических цепей в упражнениях и задачах. – М.: ВШ. 1990.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА

3. Бессонов Л.А. Линейные электрические цепи. – М.: ВШ. 1983.

4. Волков Н.П. Четырехполюсники. Гомель. БелГУТ. 2004.

5. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С.В. Основы теории цепей. М.: Э-А. 1975.

6. Перерва Г.И. Теория линейных электрических цепей. Методические указания к лабораторным работам. Часть 1. Гомель. БелГУТ. 2003.

7. Перерва Г.И. Теория линейных электрических цепей. Методические указания к лабораторным работам. Часть 2. Гомель. БелИИЖТ. 1993.

8. Серебряков А. С., Шумейко В. В. MATHCAD и решение задач электротехники: Учебное пособие для вузов ж.д. траспорта. – М.: Маршрут, 2005. – 240 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

1. Определение внутренних параметров многополюсных цепей, используя метод трех вольтметров.
2. Исследование частотных зависимостей сопротивлений двухполюсников.
3. Определение абсолютных уровней сигнала.
4. Определение параметров передачи четырехполюсников.
5. Исследование длинной линии.
6. Исследование фильтров нижних и верхних частот типа К.
7. Исследование производных фильтров.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

1. Расчет входных характеристик реактивных и активно-реактивных двухполюсников.
2. Приведение схем двухполюсников к каноническому виду. Построение обратных двухполюсников.
3. Расчет коэффициентов уравнений четырехполюсников.
4. Расчет сложных четырехполюсников. Определение характеристических параметров четырехполюсников.
5. Расчет первичных и волновых параметров линии связи.
6. Распределение напряжений и токов вдоль линии. Определение рабочих параметров линии.
7. Расчет параметров элементов и основных частотных характеристик цепочечных фильтров.

8. Расчет параметров элементов и основных частотных характеристик мостовых фильтров.

9. Синтез цепочечных фильтров по заданной частотной характеристике затухания.

10. Синтез полиноминальных фильтров по заданной частотной характеристике затухания.

11. Расчет линии с распределенными параметрами.

12. Расчет корректоров амплитудно-частотных искажений сигналов.

13. Расчет корректоров фазочастотных искажений сигналов.

14. Синтез двухполюсных цепей.

15. Синтез четырехполюсных цепей.

Протокол согласования учебной программы с другими дисциплинами специальности

Наименование дисциплины, изучение которой связано с дисциплиной рабочей программы	Кафедра, обеспечивающая изучение этой дисциплины	Предложения кафедры об изменениях в содержании рабочей программы	Принятое решение кафедрой, разрабатывавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1	2	3	4
Теория линейных электрических цепей	Электротехника		
Теоретические основы автоматики и телемеханики. Электропитающие устройства автоматики, телемеханики и связи Электромагнитная совместимость Линии автоматики, телемеханики и связи	Автоматика и телемеханика		
Электронные устройства.	МТ и ИУС		
Теория передачи сигналов	СПИ		

5.2 Дополнения и изменения

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ» ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-37 02 04 «АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»
на 2017/2018 учебный год

№№ пп	Дополнения и изменения
1	Внесены дополнения для заочной формы обучения

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электротехника» (протокол № 5 от 25 мая 2017 г.)

Заведующий кафедрой
Кандидат технических наук,
доцент В.А. Пацкевич

УТВЕРЖДАЮ
Декан электротехнического факультета
Кандидат технических наук,
доцент Ф.Е. Сатырев

УТВЕРЖДАЮ
Декан заочного факультета
Кандидат технических наук,
доцент В.В. Пигунов

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СНОВЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ» ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-37 02 04 «АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И СВЯЗЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ» на 2018/2019 учебный год

№ пп	Дополнения и изменения	Основание
1	Список литературы читать в новой редакции: **ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА** 1. Теоретические основы электротехники. Т. 1/ К.С.Демирчян и др. – СПб.: Питер, 2003. – 462 с. – 1 экз. 2. Теоретические основы электротехники. Т. 2/ К.С. Демирчян и др. – СПб.: Питер, 2003. – 576 с. – 1 экз. 3. Сборник задач по теоретическим основам электротехники / Л. А. Бессонов, И. Г. Демидова, М. Е. Заруди и др.; под ред. Л. А. Бессонова – М.: Высшая школа, 2000. – 528 с. – 4 экз. **ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА** **I семестр** 4. Волков Н. П. Теоретические основы электротехники. Линейные цепи постоянного тока и синусоидального тока: учеб.-метод. пособие для самостоятельной работы студентов электротехнич. специальностей. - Гомель: БелГУТ, 2009. – 82 с. – 761 экз. 5. Волков Н. П., Воронин А. В. Теоретические основы электротехники: лабораторный практикум. Ч. 1. – Гомель: БелГУТ, 2008. – 56 с. – 554 экз. 6. Н.П.Волков. Теоретические основы электротехники: учеб.-метод. пособие / Н. П.Волков. - Гомель: БелГУТ, 2014. – 39 с. – 253 экз. (все к.р.1369 экз.) 7. Атабеков Г. И. Теоретические основы электротехники. Линейные электрические цепи: Учебное пособие. – 7-е изд., стер. – СПб.: Лань, 2009. – 592 с. – 2 экз. **II семестр** 8. Н.П.Волков. Теоретические основы электротехники. Переходные процессы в электрических цепях: учеб.-метод. пособие / Н. П.Волков. - Гомель: БелГУТ, 2015. – 100 с. – 368 экз. 9. Волков Н. П. Четырехполюсники: Пособие для студентов электротехнических и электромеханических специальностей. – Гомель: БелГУТ, 2004. – эл.вариант 10. А.В.Воронин. Компьютерное моделирование переходных процессов в линейных электрических цепях: учебно-методическое пособие/ А.В.Воронин; М-во обр. РБ; БелГУТ – Гомель: БелГУТ, 2014 – 94с. – 270 экз. **III семестр** 11. Прянишников В.А. Теоретические основы электротехники: Курс лекций. – 4-е изд. – СПб.: КОРОНА принт, 2004. – 368 с. – 3 экз. 12. Серебряков А. С., Шумейко В. В. MATHCAD и решение задач электротехники: Учебное пособие для вузов ж.д. траспорта. – М.: Маршрут, 2005. – 240 с. – 3 экз. 13.Н.П.Волков. Теоретические основы электротехники. Электростатическое поле: учеб.-метод. пособие / Н. П.Волков. - Гомель: БелГУТ, 2017. – 80 с. – эл.вариант	Актуализация списка литературы

Учебная программа пересмотрена и одобрена на заседании кафедры «Электротехника» (протокол № 6 от 14 июня 2018 г.)

Заведующий кафедрой
К. т. н., доцент — В.А. Пацкевич

УТВЕРЖДАЮ
Декан электротехнического факультета, к.т.н., доцент — Ф.Е. Сатырев

УТВЕРЖДАЮ
Декан заочного факультета
К. т. н., доцент — В.В. Пигунов