

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

Факультет электротехнический

Кафедра «Электротехника»

СОГЛАСОВАНО

Заведующий кафедрой
«Электротехника»


В. А. Пацкевич
21 12 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан электротехнического
факультета


Ф. Е. Сатырёв
21 12 2017 г.

СОГЛАСОВАНО

Декан заочного факультета


В. В. Пигунов
21 12 2017 г.

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС
ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ

Теория линейных электрических цепей

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

Составитель: В. В. Волюнец, старший преподаватель кафедры «Электротехника» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», телефон 95-21-97.

Рассмотрено и утверждено
на заседании кафедры «Электротехника»
протокол N 4 от 20 04 2017 г.,

Рассмотрено и утверждено
на заседании Совета электротехнического факультета
протокол N 6 от 21 12 2017 г.,

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

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
3.4 Учебные пособия для выполнения практических работ	6
3.5 Задания для выполнения расчетно-графических работ	6
3.5.1 Задание для выполнения расчетно-графической работы №1 «Расчет линейных электрических цепей»	6
3.5.2 Задание для выполнения расчетно-графической работы №2 «Расчет электрических цепей со специальными частотными характеристиками»	12
4 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ.....	16
4.1 Перечень контрольных вопросов к экзаменам (зачетам)	16
4.1.1 Перечень контрольных вопросов к зачету (часть I) для студентов дневной формы обучения	16
4.1.2 Перечень контрольных вопросов к зачету (часть I) для студентов заочной формы обучения.....	16
4.1.3 Перечень контрольных вопросов к экзамену (часть II) для студентов дневной формы обучения	17
4.1.4 Перечень контрольных вопросов к экзамену (часть II) для студентов заочной формы обучения.....	18
4.2 Критерии оценок результатов учебной деятельности студентов	19
4.3 Критерии выставления контрольных сроков.....	21
5 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ.....	23
5.1 Учебная программа «Теория линейных электрических цепей» № УД-11.42/уч. от 11.06.2015	23
5.2 Дополнения и изменения	47

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 «Теория линейных электрических цепей» разработан с целью унификации учебно-методического обеспечения и повышения качества учебного процесса для студентов дневной и заочной форм обучения электротехнических специальностей.

Требования к дисциплине.

Предмет дисциплины «Теория линейных электрических цепей» составляют методы анализа и синтеза линейных электрических цепей и их прикладное применение в области электротехники, электроники, радиотехники, энергетики, теории автоматического регулирования, связи, систем электроснабжения, в том числе городского электрического транспорта и электрифицированных железных дорог.

Цель преподавания дисциплины – формирование знаний, умений и профессиональных компетенций в области анализа и синтеза электрических цепей и их применения для решения проблем электротехники, электронной техники и электроэнергетики, развитие и закрепление академических и социально-личностных компетенций.

Основная задача дисциплины «Теория линейных электрических цепей» заключается в подготовке студента для успешного и грамотного решения инженерных проблем будущей специальности на основе знаний о методах анализа и синтеза линейных электрических цепей с сосредоточенными и распределенными параметрами, цепей со специальными частотными характеристиками.

Вопросы, изучаемые в курсе «Теория линейных электрических цепей», находят применение и дальнейшее развитие в таких специальных дисциплинах как «Системы железнодорожной автоматики, телемеханики и связи» – в теории рельсовых цепей; «Цифровые системы передачи» – в теории электрических фильтров; «Линии автоматики, телемеханики и связи» – при расчетах взаимного влияния линий и в других случаях.

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

Дисциплина «Теория линейных электрических цепей» 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 двух расчетно-графических работ, для студентов заочной формы обучения – двух контрольных работ.

При создании УМКД «Теория линейных электрических цепей» использовалось Положение об учебно-методическом комплексе (УМК) № П-49-2013 от 24.10.2013.

2 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

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

2 **Теория линейных электрических цепей** / В.Б. Афанасьев, О.Е. Гольдин, И.Г. Кляцкин. Под ред. Кляцкина И.Г. – М. : Высшая школа, 1973. – 592 с.

3 **Улахович Д.А.** Основы теории линейных электрических цепей : Учеб. пособие. – СПб. : БХВ-Петербург, 2009. – 816 с.: ил.

4 **Белецкий А.Ф.** Теория линейных электрических цепей : Учебник для вузов. – М. : Радио и связь, 1986. – 544 с.: ил.

5 **Лосев А.К.** Теория линейных электрических цепей : Учеб. для вузов. – М. : Высш. шк., 1987. – 512 с.: ил.

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

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

8 **Шебес М.Р., Каблукова М.В.** Задачник по теории линейных электрических цепей : Учеб. пособ. для электротехнич., радиотехнич. спец. вузов. – М. : Вычш. шк., 1990. – 544 с. : ил.

9 **Лосев А.К, Зиемелис Ю.М.** Задачник по теории линейных электрических цепей. – М. : Высшая школа, 1989. – 270 с.

10 **Воробьенко П.П.** Теория линейных электрических цепей. Сборник задач и упражнений. – М. : Радио и связь, 1989. – 326 с.

11 **Зааль Р.** Справочник по расчету фильтров. – М. : Радио и связь, 1983. – 752 с.

12 **Альбац М.Е.** Справочник по расчету фильтров и линий задержки. – М. : Госэнергоиздат, 1963. – 209 с.

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

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

3 ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

3.1 Примерный перечень лабораторных занятий

- 1 Определение внутренних параметров многополюсных цепей методом 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.

3.2 Учебные пособия для выполнения лабораторных работ

- 1 **Перерва Г.И.** Теория линейных электрических цепей. Методические указания к лабораторным работам. Часть 1. Гомель. БелГУТ. 2003.
- 2 **Перерва Г.И.** Теория линейных электрических цепей. Методические указания к лабораторным работам. Часть 2. Гомель. БелИИЖТ. 1993.

3.3 Примерный перечень 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 полиномиальных 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.

3.4 Учебные пособия для выполнения практических работ

- 1 **Шебес М.Р., Каблукова М.В.** Задачник по теории линейных электрических цепей : Учеб. пособ. для электротехнич., радиотехнич. спец. вузов. – М. : Вычш. шк., 1990. – 544 с. : ил.
- 2 **Лосев А.К, Зиемелис Ю.М.** Задачник по теории линейных электрических цепей. – М. : Высшая школа, 1989. – 270 с.
- 3 **Воробиенко П.П.** Теория линейных электрических цепей. Сборник задач и упражнений. – М. : Радио и связь, 1989. – 326 с.
- 4 **Зааль Р.** Справочник по расчету фильтров. – М. : Радио и связь, 1983. –752 с.
- 5 **Альбац М.Е.** Справочник по расчету фильтров и линий задержки. – М. : Госэнергоиздат, 1963. – 209 с.

3.5 Задания для выполнения расчетно-графических работ

- 3.5.1 Задание для выполнения расчетно-графической работы №1 «Расчет линейных электрических цепей»

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
 Учреждение образования
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Электротехника»

ЗАДАНИЕ
 на расчетно-графическую работу №1

тема: «Расчет линейных электрических цепей»
 по дисциплине «Теория линейных электрических цепей»

Студенту _____ группы _____

ЗАДАЧА 1. РАСЧЕТ ДВУХПОЛЮСНОЙ ЦЕПИ

Исходные данные: Заданы: схемы и параметры элементов сложного реактивного двухполюсника.

Исходные расчетные данные выбираются: № варианта таблицы 1.1 соответствует первой цифре шифра, № варианта таблицы 1.2 – сумма первой и второй цифр шифра, схема реактивного двухполюсника выбирается по третьей цифре трехзначного шифра.

Таблица 1.1

Элементы ДП	L ₁	L ₂	L ₃	L ₄	L ₅	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
№ вар.	мГн					мкФ				
1	7	10	20	17	23	0,5	0,8	1,8	2,1	1,1
2	13	16	12	9	15	1,3	1,6	1,9	2,2	1,9
3	25	28	4	1	7	0,4	0,7	1,8	2,1	1,0
4	10	13	18	15	21	1,7	2,0	0,6	0,9	2,3
5	10	13	15	12	18	0,3	0,6	0,8	1,2	0,9
6	15	18	10	7	13	0,5	0,8	0,6	0,9	1,2
7	18	21	10	7	13	0,3	0,6	2,0	2,3	0,9
8	4	7	25	22	28	1,5	1,8	0,7	1,0	2,1
9	12	15	13	10	16	1,6	1,9	1,6	1,9	2,2
0	20	23	7	4	10	1,5	1,8	0,8	1,1	2,1

Таблица 1.2

№ вар.	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Коэффициент перехода $R^2, \text{Ом}^2$	800	1500	2500	1000	1100	1800	1600	1300	1400	700
№ вар.	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
Коэффициент перехода $R^2, \text{Ом}^2$	1700	900	1200	1900	2000	2100	2200	2300	2400	

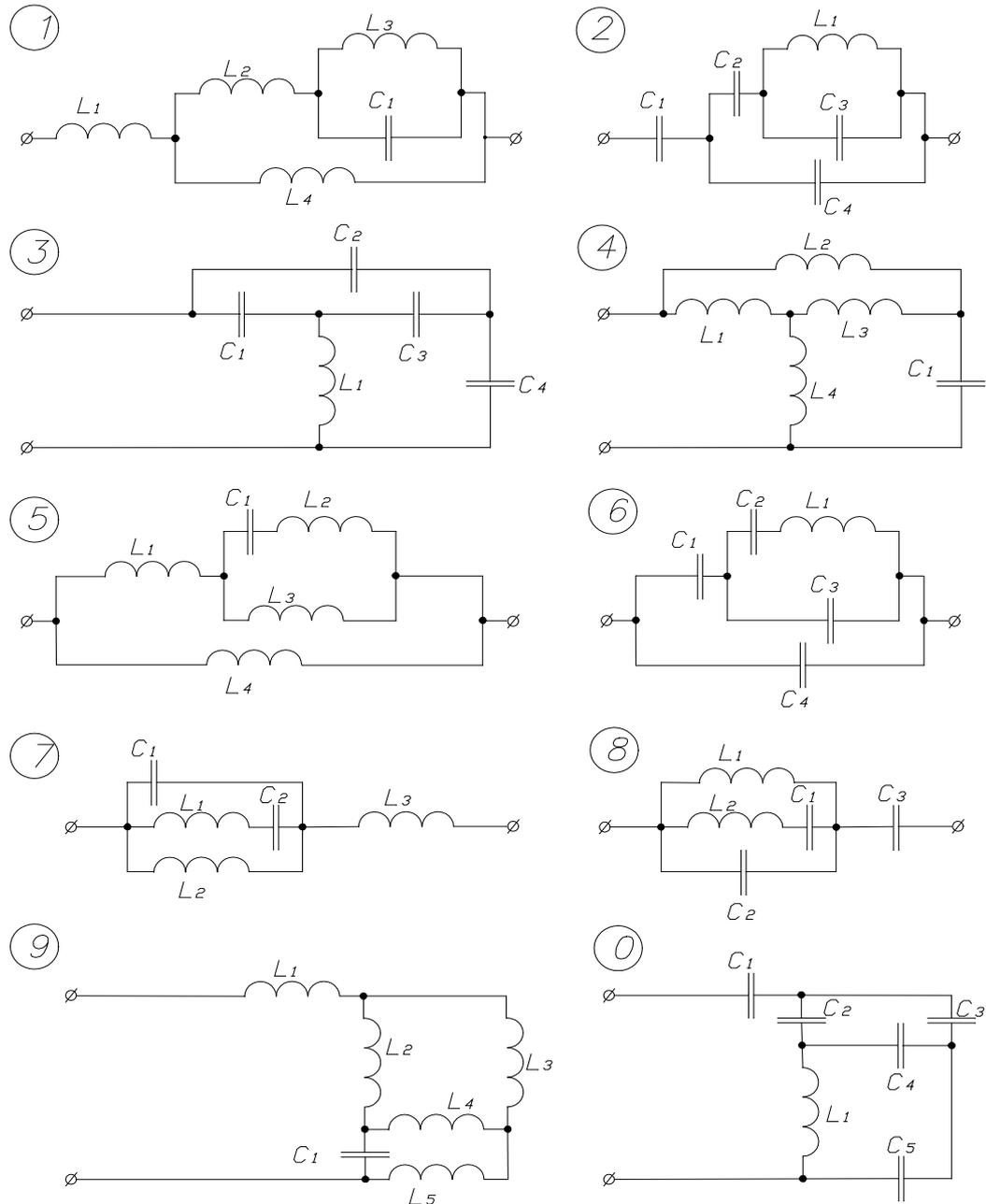


Рисунок 1

Содержание работы:

1. Приведение исходной схемы к каноническому виду, расчет параметров элементов приведенной схемы.

2. Построение схемы обратного двухполюсника, расчет параметров элементов схемы обратного двухполюсника.
3. Определение всех резонансных частот и характеров резонансов канонического и обратного двухполюсников. Построение характеристических строк с расположенными на них полюсами и нулями функций.
4. Составление выражений частотной характеристики входного сопротивления $z(j\omega)$ в каноническом виде для схем канонического и обратного двухполюсников.
5. Расчет и построение частотных характеристик входных сопротивлений канонического и обратного двухполюсников.

ЗАДАЧА 2. РАСЧЕТ ЧЕТЫРЕХПОЛЮСНОЙ ЦЕПИ

Исходные данные: Заданы: схема и параметры элементов сложного четырехполюсника (ЧП), комплексные сопротивления источника и нагрузки. Схема выбирается по третьей цифре трехзначного шифра, № варианта таблицы 2.1 соответствует сумме второй и третьей цифр шифра, № варианта таблицы 2.2 – первой цифре шифра, № варианта таблицы 2.3 – второй цифре шифра.

Таблица 2.1

Сопротивления плеч четырехполюсника	№ варианта																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Характер сопротивлений плеч четырехполюсника																		
Z_1	R	R	R	L	L	L	C	C	C	R	L	C	R	L	C	R	L	C	L
Z_2	L	L	L	R	R	R	R	R	R	R	R	L	L	L	C	C	C	C	C
Z_3	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L	R	R	R	R	R	R	L
Z_4	R	L	C	R	L	C	R	L	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	R

Таблица 2.2

Сопротивления плеч четырехполюсника	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Параметры элементов плеч четырехполюсника									
R, Ом	10	12	14	15	16	18	20	22	24	25
L, мГн	2	4	5	6	8	10	12	15	16	20
C, мкФ	5	8	10	12	14	15	16	18	20	22

Таблица 2.3

Значения сопротивлений нагрузки и генератора	№ варианта									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Параметры элементов плеч четырехполюсника									
Z_H , Ом	0,9	2,8	4,2	6,9	3,6	2,0	1,0	4,5	6,0	1,2
φ_H , град	-45	-60	-30	+45	+60	+30	-50	-90	0	+90
Z_G , Ом	10	12	14	8	1,5	3	4,5	6	9	11
φ_G , град	+30	+45	+50	-90	-45	0	+90	+60	-30	-60
f, кГц	1	2	3,5	4,5	5	4	3	2,5	1,5	5,5

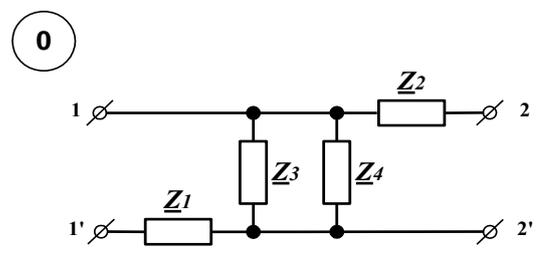
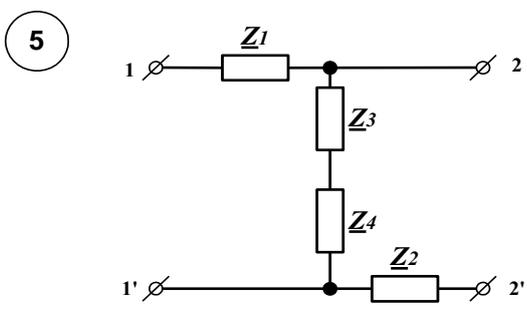
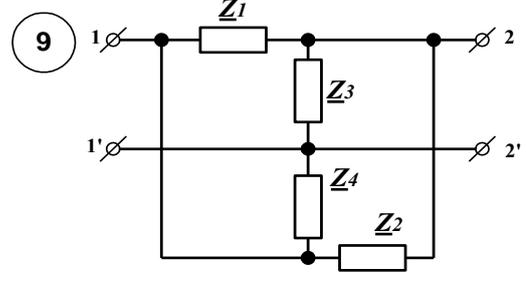
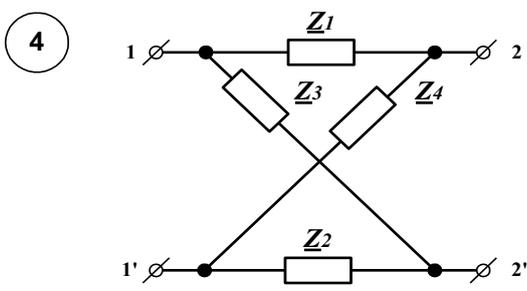
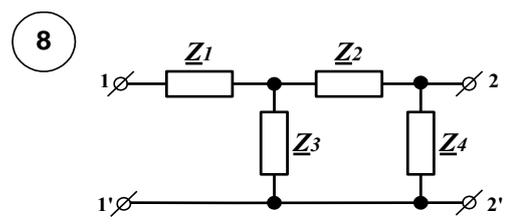
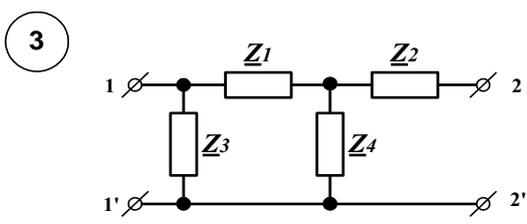
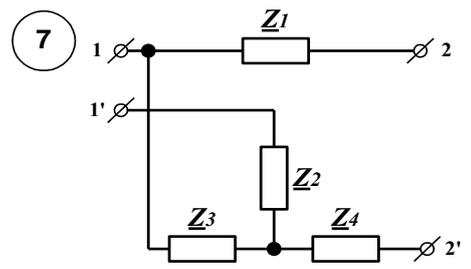
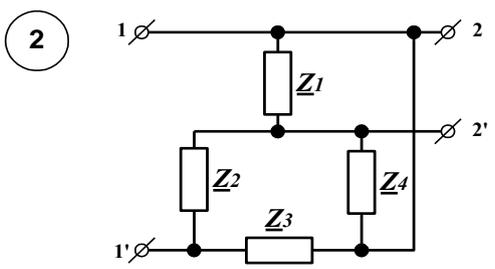
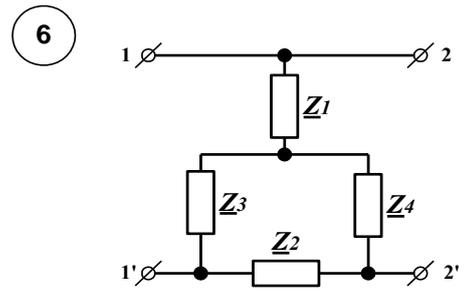
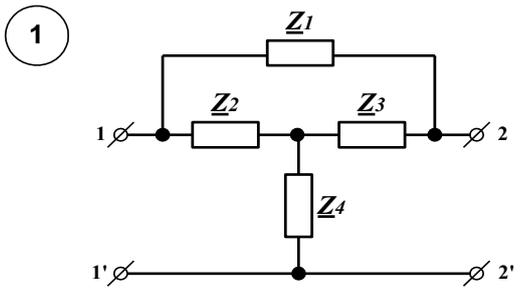


Рисунок 2

Содержание работы:

1. Представление сложного четырехполюсника в виде двух простых. Определение способа их соединения.
2. Определение коэффициентов матрицы $[A]$ простых четырехполюсников (вывод коэффициентов с использованием непосредственного применения законов Ома и Кирхгофа или режимов холостого хода и короткого замыкания).
3. Определение коэффициентов матрицы $[A]$ составного четырехполюсника (исходными данными для расчета являются коэффициенты матрицы $[A]$ простых четырехполюсников).
4. Определение характеристических параметров составного четырехполюсника (Z_{C1} , Z_{C2} , g , a , b).
5. Определение рабочих параметров составного четырехполюсника (Z_{BX} , $Z_{ПЕР}$, $a_{РАБ}$).

Рекомендуемая 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. : Высш. шк., 1990.
- 3 Перерва Г. И. Теория линейных электрических цепей. Метод. указания к лабораторным работам. Часть I – Гомель : БелГУТ, 2003.
- 4 Перерва Г. И. Теория линейных электрических цепей. Метод. указания к лабораторным работам. Часть II – Гомель : БелИИЖТ, 1993.
- 5 Серебряков А. С., Шумейко В. В. MathCad и решение задач по электротехнике : Уч. пособие для вузов ж. д. транспорта – М. : Маршрут, 2005.

Задание выдал: _____

Дата выдачи задания _____ Дата сдачи на проверку _____
Утверждено на заседании кафедры протокол № _____ от _____

3.5.2 Задание для выполнения расчетно-графической работы №2 «Расчет электрических цепей со специальными частотными характеристиками»

ОД-210046

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Учреждение образования

«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Электротехника»

ЗАДАНИЕ

на расчетно-графическую работу №2

тема: «Расчет линейных электрических цепей»
по дисциплине «Теория линейных электрических цепей»

Студенту _____ группы _____

ЗАДАЧА 1. РАСЧЕТ ЛИНИИ С РАСПРЕДЕЛЕННЫМИ ПАРАМЕТРАМИ

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

№ варианта таблицы 1.1 соответствует первой цифре шифра, № варианта таблицы 1.2 – второй цифре шифра, № варианта таблицы 1.3 – сумме второй и третьей цифр шифра.

Таблица 1.1

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Температура окружающей среды, °С	+20	+15	+10	+5	0	-5	-10	-15	-20	+25
Состояние погоды	сухо	сыро								

Таблица 1.2

№ варианта	Тип линии	Длина линии L, км	Материал проводов (жил кабеля)	Диаметр провода (жил кабеля) d, мм	Рабочая частота f, кГц
1	Симметричная кабельная	5	Медь	1,2	20
2	Воздушная 2-х проводная	18	Медь	4,0	50
3	Симметричная кабельная	4	Медь	1,2	25
4	Воздушная 2-х проводная	16	Алюминий	4,0	35
5	Симметричная кабельная	6	Медь	1,2	30
6	Воздушная 2-х проводная	12	Сталь	5,0	10
7	Симметричная кабельная	8	Медь	1,2	35
8	Воздушная 2-х проводная	20	Медь	4,0	70
9	Симметричная кабельная	2	Медь	1,2	20
0	Воздушная 2-х проводная	14	Алюминий	4,0	45

Таблица 1.3

	№ варианта																		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
$\underline{I}_{пад1}$	+	+													+				
$\underline{I}_{отр1}$	+		+												+				
\underline{I}_1		+	+				+										+	+	
$\underline{U}_{пад1}$				+	+														
$\underline{U}_{отр1}$				+		+													
\underline{U}_1					+	+	+									+		+	
$\underline{I}_{пад2}$								+	+										
$\underline{I}_{отр2}$								+		+									
\underline{I}_2								+	+				+			+			
$\underline{U}_{пад2}$										+	+								+
$\underline{U}_{отр2}$										+		+							
\underline{U}_2											+	+	+				+		+

Содержание работы:

1. Расчет первичных параметров линии. Расчет волновых параметров линии.
2. Расчет километрических коэффициентов затухания и фазы, фазовой скорости распространения и длины волны.
3. Расчет значений напряжений и токов (падающей и отраженной волн, полных) для следующих точек линии: $x = 0$; $x = 0,25 l$; $x = 0,5 l$; $x = 0,75 l$; $x = l$ (l – длина линии).
4. Построение законов распределения напряжения и тока в точке линии:
 $x = 0$ – если последняя цифра шифра «0» или «1»;
 $x = 0,25 l$ – если последняя цифра шифра «2» или «3»;
 $x = 0,5 l$ – если последняя цифра шифра «4» или «5»;
 $x = 0,75 l$ – если последняя цифра шифра «6» или «7»;
 $x = l$ – если последняя цифра шифра «8» или «9».
5. Расчет активной, реактивной, полной мощностей, коэффициентов отражения, бегущей и стоячей волн в точке линии:
 $x = 0$ – если первая цифра шифра «0» или «1»;
 $x = 0,25 l$ – если первая цифра шифра «2» или «3»;
 $x = 0,5 l$ – если первая цифра шифра «4» или «5»;
 $x = 0,75 l$ – если первая цифра шифра «6» или «7»;
 $x = l$ – если первая цифра шифра «8» или «9».

Примечание:

- расстояние между проводами: $a = 0,6$ м – для воздушных линий; $a = 4,15$ мм – для кабельных;
- магнитная проницаемость $\mu = 1$ – для алюминия и меди; $\mu = 120$ – для стали;
- диэлектрическая проницаемость $\epsilon_r = 1$ – для воздушных линий; $\epsilon_r = 2,4$ – для кабельных линий;

- тангенс угла диэлектрических потерь $\text{tg } \delta = 0,02$ – для кабельных линий;
- скрутка жил кабелей – звездная;
- коэффициент, учитывающий скрутку жил $\rho = 0,5$;
- $\underline{I}_{\text{пад}}(x) = 40e^{j90}$ мА
- $\underline{I}_{\text{отр}}(x) = 40e^{-j90}$ мА
- $\underline{I}(x) = 40\sqrt{2}e^{j45}$ мА
- $\underline{U}_{\text{пад}}(x) = 20e^{-j90}$ В
- $\underline{U}_{\text{отр}}(x) = 20\sqrt{2}e^{j45}$ В
- $\underline{U}(x) = 20e^{j90}$ В

ЗАДАЧА 2. СИНТЕЗ ЦЕПОЧЕЧНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ФИЛЬТРОВ

Исходные данные: Задана: частотная характеристика затухания требуемого электрического фильтра.

№ варианта таблицы 2.1 соответствует первой цифре шифра, № варианта таблицы 2.2 – второй цифре шифра, № варианта таблицы 2.3 – третьей цифре шифра.

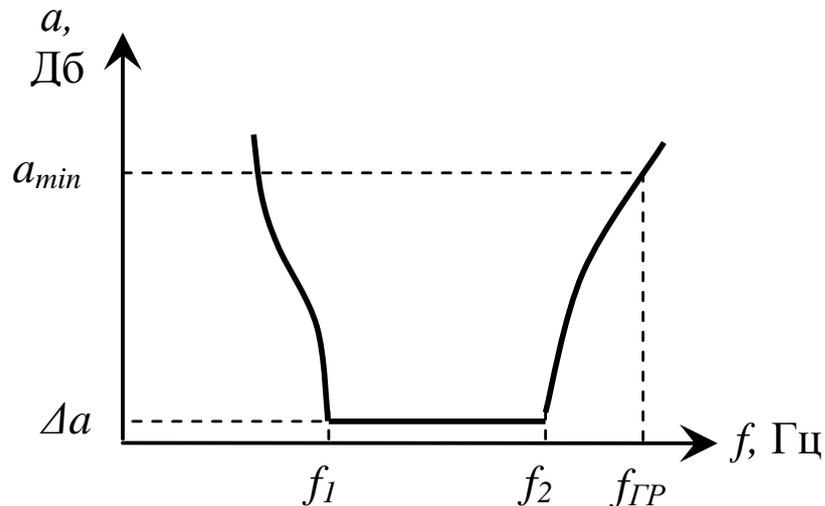


Рисунок 1

Таблица 2.1

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Дополнительное затухание в полосе пропускания Δa , Дб	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9
Минимальное затухание в полосе задержки на частоте $f_{ГР}$, a_{min} , Дб	60	55	50	55	60	55	50	55	60	55

Таблица 2.2

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Частоты среза										
f_1 , кГц	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9
f_2 , кГц	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11
Фиксированная частота в полосе задержки $f_{ГР}$, кГц	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12	12,5	13
Сопротивление нагрузки R_n , кОм	1,2	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3

Таблица 2.3

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Тип фильтра										
Фильтр цепочечный	+			+			+			+
Фильтр Баттерворта		+			+			+		
Фильтр Чебышева			+			+			+	

Рекомендуемая 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. : Высш. шк., 1990.
- 3 Перерва Г. И. Теория линейных электрических цепей. Метод. указания к лабораторным работам. Часть I – Гомель : БелГУТ, 2003.
- 4 Перерва Г. И. Теория линейных электрических цепей. Метод. указания к лабораторным работам. Часть II – Гомель : БелИИЖТ, 1993.
- 5 Серебряков А. С., Шумейко В. В. MathCad и решение задач по электротехнике : Уч. пособие для вузов ж. д. транспорта – М. : Маршрут, 2005.

Задание выдал: _____

Дата выдачи задания _____ Дата сдачи на проверку _____

Утверждено на заседании кафедры протокол № _____ от _____

4 РАЗДЕЛ КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ

4.1 Перечень контрольных вопросов к экзаменам (зачетам)

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

- 1 Двухполюсники. Определение функций входных сопротивлений одноэлементных и двухэлементных реактивных двухполюсников.
- 2 Двухполюсники. Определение функций входных сопротивлений трехэлементных реактивных двухполюсников.
- 3 Правило построения выражений для частотных характеристик реактивных двухполюсников в каноническом виде. Пример применения данного правила.
- 4 Частотные функции входных сопротивлений активно-реактивных двухполюсников.
- 5 Построение и расчет обратных двухполюсников.
- 6 Построение и расчет эквивалентных двухполюсников.
- 7 Канонические схемы двухполюсных цепей (I и II схемы Фостера).
- 8 Канонические схемы двухполюсных цепей (I и II схемы Кауэра).
- 9 Четырехполюсники. Классификация четырехполюсных цепей.
- 10 Уравнения четырехполюсной цепи в форме Z.
- 11 Уравнения четырехполюсной цепи в форме Y.
- 12 Уравнения четырехполюсной цепи в форме H.
- 13 Уравнения четырехполюсной цепи в форме F.
- 14 Уравнения четырехполюсной цепи в форме A.
- 15 Уравнения четырехполюсной цепи в форме B.
- 16 Способы определения коэффициентов уравнений четырехполюсников.
- 17 Каскадное (цепочечное) соединение четырехполюсников.
- 18 Последовательное соединение четырехполюсников.
- 19 Параллельное соединение четырехполюсников.
- 20 Последовательно-параллельное соединение четырехполюсников.
- 21 Параллельно-последовательное соединение четырехполюсников.
- 22 Уравнения передачи четырехполюсников в параметрах передачи.
- 23 Рабочие параметры четырехполюсников.
- 24 Линия электропередачи постоянного тока.
- 25 Волновые процессы в однородной линии.
- 26 Скорость распространения электромагнитных сигналов вдоль линии. Коэффициенты отражения и бегущей волны.

4.1.2 Перечень контрольных вопросов к зачету (часть I) для студентов заочной формы обучения

- 1 Двухполюсники. Определение функций входных сопротивлений одноэлементных и двухэлементных реактивных двухполюсников.
- 2 Двухполюсники. Определение функций входных сопротивлений трехэлементных реактивных двухполюсников.

3 Правило построения выражений для частотных характеристик реактивных двухполюсников в каноническом виде. Пример применения данного правила.

4 Уравнения передачи четырехполюсной цепи для режимов прямого и обратного питания.

5 Рабочие параметры четырехполюсников.

6 Характеристические сопротивления четырехполюсной цепи.

7 Постоянная передачи четырехполюсной цепи.

8 Уравнения передачи четырехполюсника в параметрах передачи.

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

1 Двухполюсники. Определение функций входных сопротивлений одноэлементных и двухэлементных реактивных двухполюсников.

2 Двухполюсники. Определение функций входных сопротивлений трехэлементных реактивных двухполюсников.

3 Правило построения выражений для частотных характеристик реактивных двухполюсников в каноническом виде. Пример применения данного правила.

4 Частотные функции входных сопротивлений активно-реактивных двухполюсников.

5 Построение и расчет обратных двухполюсников.

6 Построение и расчет эквивалентных двухполюсников.

7 Канонические схемы двухполюсных цепей (I и II схемы Фостера).

8 Канонические схемы двухполюсных цепей (I и II схемы Кауэра).

9 Четырехполюсники. Классификация четырехполюсных цепей.

10 Уравнения четырехполюсной цепи в форме Z.

11 Уравнения четырехполюсной цепи в форме Y.

12 Уравнения четырехполюсной цепи в форме H.

13 Уравнения четырехполюсной цепи в форме F.

14 Уравнения четырехполюсной цепи в форме A.

15 Уравнения четырехполюсной цепи в форме B.

16 Способы определения коэффициентов уравнений четырехполюсников.

17 Каскадное (цепочечное) соединение четырехполюсников.

18 Последовательное соединение четырехполюсников.

19 Параллельное соединение четырехполюсников.

20 Последовательно-параллельное соединение четырехполюсников.

21 Параллельно-последовательное соединение четырехполюсников.

22 Уравнения передачи четырехполюсников в параметрах передачи.

23 Рабочие параметры четырехполюсников.

24 Линия электропередачи постоянного тока.

25 Волновые процессы в однородной линии.

26 Скорость распространения электромагнитных сигналов вдоль линии. Коэффициенты отражения и бегущей волны.

27 Основные уравнения однородной линии в параметрах передачи.

28 Распределение тока и напряжения вдоль однородной линии.

- 29 Электрически длинная линия.
- 30 Электрически короткая линия.
- 31 Линия без искажений.
- 32 Линия без потерь.
- 33 Рабочие параметры однородной линии.
- 34 Электрические фильтры. Уравнение полосы пропускания цепочечного фильтра.
- 35 Условия пропускания и задерживания цепочечных фильтров.
- 36 Фильтр нижних частот типа k .
- 37 Фильтр верхних частот типа k .
- 38 Полосопропускающий фильтр типа k .
- 39 Полосозадерживающий фильтр типа k .
- 40 Производные фильтры типа m . Принципы построения последовательно- и параллельно-производных фильтров.
- 41 Фильтр нижних частот типа m .
- 42 Фильтр верхних частот типа m .
- 43 Мостовые фильтры. Условия пропускания и задерживания мостовых фильтров.
- 44 Простейший мостовой ФНЧ.
- 45 Простейший мостовой ФВЧ.

4.1.4 Перечень контрольных вопросов к экзамену (часть II) для студентов заочной формы обучения

- 1 Двухполюсники. Определение функций входных сопротивлений одноэлементных и двухэлементных реактивных двухполюсников.
- 2 Двухполюсники. Определение функций входных сопротивлений трехэлементных реактивных двухполюсников.
- 3 Правило построения выражений для частотных характеристик реактивных двухполюсников в каноническом виде. Пример применения данного правила.
- 4 Уравнения передачи четырехполюсной цепи для режимов прямого и обратного питания.
- 5 Рабочие параметры четырехполюсников.
- 6 Характеристические сопротивления четырехполюсной цепи.
- 7 Постоянная передачи четырехполюсной цепи.
- 8 Уравнения передачи четырехполюсника в параметрах передачи.
- 9 Электрические фильтры. Уравнение полосы пропускания цепочечного фильтра.
- 10 Условия пропускания и задерживания цепочечных фильтров.
- 11 Фильтр нижних частот типа k .
- 12 Фильтр верхних частот типа k .

4.2 Критерии оценок результатов учебной деятельности студентов

Оценка промежуточных учебных достижений студентов и оценка учебных достижений студентов на экзамене производится по десятибалльной шкале. Для оценки учебных достижений студентов по дисциплине «Теория линейных электрических цепей» используются следующие критерии:

оценка **«10 баллов (десять)»** выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие и полные знания теории электрических фильтров и корректирующих 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 электрических цепей и цепей с распределенными параметрами, методами синтеза двухполюсных и четырехполюсных цепей, 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;

оценка **«9 баллов (девять)»** выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие и полные знания теории линейных электрических цепей и цепей с распределенными параметрами 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 и синтеза линейных электрических цепей, 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;

оценка **«8 баллов (восемь)»** выставляется студенту, показавшему 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 и синтеза линейных электрических цепей, 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 программой дисциплины; высокий уровень культуры исполнения практических заданий;

оценка **«7 баллов (семь)»** выставляется студенту, показавшему систематизированные, глубокие и полные знания теории анализа и синтеза 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 электрических цепей и методами построения частотных характеристик указанных цепей, 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;

оценка **«6 баллов (шесть)»** выставляется студенту, показавшему достаточно полные и систематизированные знания теории анализа и синтеза 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 электрических цепей и методами построения частотных характеристик указанных цепей, 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;

оценка **«5 баллов (пять)»** выставляется студенту, показавшему достаточные знания теории анализа и синтеза линейных электрических цепей в объеме учебной программы; использование научной терминологии, грамотное, логически правильное изложение ответов на вопросы, умение делать выводы; владение методами анализа линейных электрических цепей и методами построения частотных характеристик указанных цепей, 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;

оценка **«4 балла (четыре)»** выставляется студенту, показавшему достаточный объем знаний теории анализа и синтеза 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 электрических цепей и методами построения частотных характеристик указанных цепей; умение под руководством преподавателя решать типовые задачи; допустимый уровень исполнения практических заданий;

оценка **«3 балла (три), НЕ ЗАЧТЕНО»** выставляется студенту, показавшему недостаточно полный объем знаний теории анализа и синтеза 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 электрических цепей и методами построения частотных характеристик для указанных цепей, некомпетентность в решении типовых задач; низкий уровень культуры исполнения практических заданий;

оценка «**2 балла (два), НЕ ЗАЧТЕНО**» выставляется студенту, показавшему 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;

оценка «**1 балл (один), НЕ ЗАЧТЕНО**» выставляется студенту, показавшему отсутствие знаний теории линейных электрических цепей в рамках учебной программы дисциплины или в случае отказа 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 неважительным 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 неважительным причинам менее 25% занятий и выполнение без защиты более 75% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ
2	Пропуск по неважительным причинам менее 25% занятий и выполнение без защиты более 50% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ
1	Пропуск по неважительным причинам менее 50% занятий и выполнение без защиты более 50% положенных к контрольному сроку практических заданий и лабораторных работ
0	Пропуск по неважительным 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 «Теория линейных электрических цепей»
№ УД-11.42/уч. от 11.06.2015

Учреждение образования
«Белорусский государственный университет транспорта»

УТВЕРЖДАЮ

Первый проректор учреждения
образования «Белорусский государст-
венный университет транспорта

_____ В.Я. Негрей

« 11 » _____ 2015

Регистрационный № УД-11.42 / уч.



ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ

Учебная программа учреждения высшего образования по учебной дисциплине для специальности:

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

2015

Учебная программа составлена на основе образовательного стандарта ОС ВО 1- 37 02 04-2013 «Автоматика, телемеханика и связь на железнодорожном транспорте»

СОСТАВИТЕЛЬ:

А.В. Грапов, старший преподаватель кафедры «Электротехника» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

В.С. Могила, заведующий кафедрой «Электрический подвижной состав» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта», к.т.н., доцент;

А.Н. Сироткин, начальник Гомельской дистанции сигнализации и связи «Гомельское отделение Белорусской железной дороги»

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой «Электротехника» учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

(протокол № 4 от « 23 » апреля 2015 г.);

методической комиссией электротехнического факультета учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

(протокол № 2 от « 23 » апреля 2015 г.).

научно-методическим советом учреждения образования «Белорусский государственный университет транспорта»

(протокол № 4 от « 10 » июня 2015 г.).

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 зрения 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	Лабораторные занятия	Практические 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	Лабораторные занятия	Практические 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	Лабораторные занятия	Практические 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. Характеристические 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 Полиномиальные фильтры.

Понятие полиномиального фильтра. Передаточная функция. Виды аппроксимаций. Полиномиальные 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 (полиномиального) 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. Характеристические 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 Полиномиальные 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. Характеристические 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 Полиномиальные 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. Характеристические 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 Полиномиальные 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)	<p>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</p>
6 (шесть)	<p>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</p>
7 (семь)	<p>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</p>

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 программой 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. МАТНСАД и решение задач электротехники: Учебное пособие для вузов ж.д. транспорта. – М.: Маршрут, 2005. – 240 с.

ПЕРЕЧЕНЬ ТЕМ ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

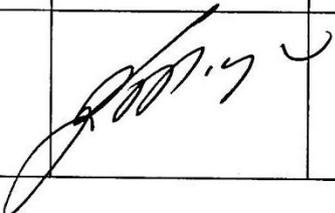
1. Определение внутренних параметров многополюсных цепей, используя метод трех вольтметров.
2. Исследование частотных зависимостей сопротивлений двухполюсников.
3. Определение абсолютных уровней сигнала.
4. Определение параметров передачи четырехполюсников.
5. Исследование длинной линии.
6. Исследование 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 полиномиальных 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
ПО ИЗУЧАЕМОЙ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ
С ДРУГИМИ ДИСЦИПЛИНАМИ СПЕЦИАЛЬНОСТИ**

Название дисциплины, с которой требуется согласование	Название кафедры	Предложения об изменениях в содержании учебной программы по изучаемой учебной дисциплине	Решение, принятое кафедрой, разработавшей учебную программу (с указанием даты и номера протокола)
1. Надежность устройств автоматики, телемеханики и связи	«Автоматика и телемеханика»		
2. Электропитающие устройства автоматики, телемеханики и связи			
3. Волоконно-оптические системы передачи	«Системы передачи информации»		<i>пр. № 05.09.2015</i>

5.2 Дополнения и изменения

ДОПОЛНЕНИЯ И ИЗМЕНЕНИЯ К УЧЕБНОЙ ПРОГРАММЕ
ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ»
ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-37 02 04 «АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И
СВЯЗЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»
НА 2017/2018 УЧЕБНЫЙ ГОД

№№ пп	Дополнения и изменения
1	Внесены изменения 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 «ТЕОРИЯ ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ»
ДЛЯ СПЕЦИАЛЬНОСТИ 1-37 02 04 «АВТОМАТИКА, ТЕЛЕМЕХАНИКА И
СВЯЗЬ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОМ ТРАНСПОРТЕ»
НА 2018/2019 УЧЕБНЫЙ ГОД**

№ пп	Дополнения и изменения	Основа- ние
1	<p>Список литературы читать в новой редакции:</p> <p>ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА</p> <p>1. А.Ф.Белецкий. Теория линейных электрических цепей: учебник/ А.Ф.Белецкий – 2-е изд. стер. – Санкт-Петербург, Москва, Краснодар: ЛАНЬ, 2009. – 542 с. – 55 экз.</p> <p>2. Е.А.Волков. Теория линейных электрических цепей железнодорожной автоматики, телемеханики и связи: учебник для вузов/Е.А.Волков; Э.И.Санковский, Д.Ю.Сидорович; под общ.ред. Кудряшова – Москва.: Маршрут, 2005. – 507 с. – 11 экз.</p> <p>ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА</p> <p>3. Волков Н. П. Четырехполюсники: Пособие для студентов электротехнических и электромеханических специальностей. – Гомель: БелГУТ, 2004. – эл.вариант</p> <p>4. Перерва Г.И. Теория линейных электрических цепей. Методические указания к лабораторным работам. Часть 1. Гомель. БелГУТ. 2003. – 164 экз.</p> <p>5. Перерва Г.И. Теория линейных электрических цепей. Методические указания к лабораторным работам. Часть 2. Гомель. БелИИЖТ. 1993. – 111 экз.</p> <p>6. Серебряков А. С., Шумейко В. В. МATHCAD и решение задач электротехники: Учебное пособие для вузов ж.д. транспорта. – М.: Маршрут, 2005. – 240 с. – 3 экз.</p>	Актуализация списка литературы

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