Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электроники и Электротехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАН МТФ
к.т.н. Янпольский В. В.
“___”_____ _____ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Электротехника

Образовательная программа: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль: Конструкторско-технологический

Курс: 2, семестры : 3 4

Механико-технологический факультет, заочная форма обучения

		Семестр	
№	**Вид деятельности**	**3**	**4**
1	Всего зачетных единиц (кредитов)	0	3
2	Всего часов	0	108
3	Всего занятий в контактной форме, час.	2	15
4	Лекции, час.	2	2
5	Практические занятия, час.	0	2
6	Лабораторные занятия, час.	0	4
7	из них в активной и интерактивной форме, час.	0	2
8	Аттестация, час.	0	2
9	Консультации, час.		5
10	Самостоятельная работа, час.	0	91
11	Виды самостоятельной работы (курсовой проект, курсовая работа, РГЗ, подготовка к контрольной работе)		контр.
12	Вид аттестации		Э

Новосибирск 2017

Рабочая программа составлена на основании федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению (специальности): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

ФГОС введен в действие приказом №1000 от 11.08.2016 г. , дата утверждения: 25.08.2016 г.

Место дисциплины в структуре учебного плана: Блок 1, базовая

Рабочая программа разработана на основе компетентностной модели выпускника по направлению (специальности): 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры

ЭЭ, протокол заседания кафедры №9 от 20.06.2017

Утверждена на совете механико-технологического факультета, протокол № 5 от 21.06.2017

Программу разработал:

старший преподаватель, Савин Н. П.

Заведующий кафедрой:

профессор, д.т.н. Харитонов С. А.

Ответственный за образовательную программу:

заведующий кафедрой Рахимянов Х. М.

1. Внешние требования

Таблица 1.1

***Компетенция ФГОС*: ПК.4 способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа; *в части следующих результатов обучения*:**
у1. уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства
у3. владеть навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами

2. Требования НГТУ к результатам освоения дисциплины

Таблица 2.1

Результаты изучения дисциплины по уровням освоения (иметь представление, знать, уметь, владеть)	**Формы организации занятий**
Электротехника	
ПК.4.у1 уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства	
1.О множестве задач анализа работы электрических цепей систем автомати-зации машиностроительных производств и их элементов.	Лекции; Практические занятия
2.Особенности трехфазных электрических цепей, их использование и мето-ды расчета.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
3.Методы расчета линейных электрических цепей в стационарном режиме	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
4.Использовать для анализа электрические цепей современные компьютер-ные программные продукты.	Лекции; Лабораторные работы
5.применение компьютерных программ в цепях	Лекции; Практические занятия
ПК.4.у3 владеть навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами	
6.задачи анализа работы электрических цепей	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
7. основные виды цепей	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
8.О разнообразии электрических и электронных цепей и их элементов. О основными видами электрических цепей, электронных и электромаг-нитных устройствах, используемых в системах автоматизации машино-строительных производств.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
9.Основные определения, теоремы, законы и принципы, используемые в электротехнике.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
10.Методы расчета нелинейных электрических цепей.	Лекции; Практические занятия; Лабораторные работы
11.методы измереия электрических цепей	Лекции; Лабораторные работы; Самостоятельная работа
12.методы расчета трехфазных цепей	Лекции; Самостоятельная работа
13.расчет линейных цепей	Лекции; Самостоятельная работа

3. Содержание и структура учебной дисциплины

Таблица 3.1

Темы лекций	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 3				
Дидактическая единица: электрические цепи				
8. установочная лекция	0	2	6, 7	общие понятия цепей
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Линейные электрические цепи постоянного тока.				
1. Расчет линейных электрических це-пей постоянного тока.	0	0,25	3, 5, 6, 7, 8, 9	Каждый индивидуально расчитывает задачу данную преподавателем.
2. Элементы электрических цепей. Источники и приемники электрической энергии и их параметры. Схемы замещения и характеристики генерирующих уст-ройств. Режимы работы электрических цепей. Топологические компоненты элек-трических схем. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи с одним источником питания. Энергетические соотношения в электрических цепях. Анализ электрического состояния неразветвленных и разветвленных электрических цепей с несколькими источниками питания с помощью методов эквивалентных преобразований, непосредственного применения законов Кирх-гофа, суперпозиции, узлового напряжения, эквивалентного генератора, контур-ных токов.	0	0,25	1, 10, 12, 2, 4, 6, 7, 8, 9	проработка теоретического материала
3. Нелинейные элементы и их характеристики. Методы анализа нелиней-ных цепей постоянного тока. Применение метода эквивалентного генератора к анализу нелинейных цепей постоянного тока	0	0,25	10, 11, 12, 13, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9	проработка теоретического материала
Дидактическая единица: Переменный электрический ток.				

4. Основные понятия и определения. Схемы замещения электрических це-пей переменного тока. Элементы схем замещения: резистивный, индуктивный, емкостной. Фазовые соотношения между током и напряжением на элементах це-пи (R , L , C) . Последовательное соединение элементов. Активное, реактивное и пол-ное сопротивления. Резонанс напряжений. Векторные диаграммы на комплексной плоскости. Параллельное соединение элементов. Активная, реактивная и полная проводимости. Резонанс токов. Векторные диаграммы на комплексной плоско-сти. Частотные свойства цепей переменного тока. Колебания мощности в цепях синусоидального тока. Активная, реактивная и полная мощности. Понятия об электрических цепях с взаимной индуктивностью. Понятие о линейных четырехполюсниках.	0	0,25	10, 13, 2, 3, 5, 9	проработка теоретического материала
5. Особенности электромагнитных процессов в электрических цепях пере-менного тока. Способы представления электрических величин - синусоидальных функций: временными диаграммами, векторами, комплексными числами. Основ-ные параметры, характеризующие синусоидальную функцию.	0	0,5	11, 2, 3, 5, 7, 9	проработка теоретического материала
Дидактическая единица: Трехфазные электрические цепи.				
6. Основные понятия и определения. Способы связывания трехфазных це-пей в звезду и в треугольник. Качественные и количественные соотношения ме-жду фазными и линейными напряжениями и токами. Симметричные и несиммет-ричные режимы работы в трехфазной цепи. Мощность трехфазной цепи. Измере-ние мощности в трехфазных цепях.	0	0,25	10, 11, 12, 2, 3, 6, 7, 8	проработка теоретического материала
Дидактическая единица: Переходные процессы в линейных электрических цепях.				

7. Переходные процессы в линейных электрических цепях Возникновение переходных процессов. Непрерывность изменения энергии в электрического и магнитного полей. Законы коммутации и начальные условия. Математические основы анализа переходных процессов. Классический метод (интегрирование дифференциальных уравнений).Вынужденный (принужденный) и свободный режимы. Переходные процессы в цепях первого и второго порядка. Разряд конденсатора в колебательном контуре. Включение колебательного контура на постоянное и синусоидальное напряжения. Общий случай расчета переходных процессов классическим методом в разветвленных цепях. Особенности расчета при "некорректных" начальных условиях. Операторный метод. Преобразование Лапласа. Изображения типичных электротехнических функций. Законы Ома и Кирхгофа в операторной форме. Характеристики пассивных элементов в операторной области. Операторная схема замещения. Общий случай расчета разветвленных цепей в операторной форме. Переход к временной области, теорема разложения. Ком	0	0,25	3, 7, 8	конспектирование, обсуждение

Таблица 3.2

Темы лабораторных работ	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Линейные электрические цепи постоянного тока.				
1. Определение параметров электрической цепи постоянного тока. (л./р -1)	0	1	10, 11, 2, 3, 6, 7, 9	Выполнение лабораторной работы с выполнением отчета на каждого студента отдельно.
Дидактическая единица: Переменный электрический ток.				
2. Исследование электри-ческих цепей синусои-дального тока (л./р -3,4)	0	2	10, 11, 2, 3, 6	Выполнение лабораторной работы с выполнением отчета на каждого студента отдельно.

Дидактическая единица: Трехфазные электрические цепи.				
3. Исследование трехфаз-ных электрических цепей	0	1	11, 4, 8	Работа со студентами с использованием ПК. Проведение эксперимента, обработка результатов эксперимента и оформление отчета.

Таблица 3.3

Темы практических занятий	Активные формы, час.	Часы	Ссылки на результаты обучения	Учебная деятельность
Семестр: 4				
Дидактическая единица: Линейные электрические цепи постоянного тока.				
1. Расчет резистивных схем методом свертывания. Определение входных сопротивлений.	2	0,5	1, 10, 2, 3, 5, 6, 7, 9	расчет, цепей постоянного тока
Дидактическая единица: Переменный электрический ток.				
2. Анализ и расчет линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока	0	0,5	1, 2, 3, 5, 6, 7, 9	Каждый индивидуально расчитывает задачу данную преподавателем.
Дидактическая единица: Трехфазные электрические цепи.				
3. Анализ и расчет трехфазных электрических цепей	0	0,5	2, 3, 6, 7, 8, 9	Каждый индивидуально расчитывает задачу данную преподавателем.
Дидактическая единица: Переходные процессы в линейных электрических цепях.				
4. Анализ переходных процессов в линейных электрических цепях	0	0,5	5, 6, 7, 9	Каждый индивидуально расчитывает задачу данную преподавателем.

4. Самостоятельная работа обучающегося

№	Виды самостоятельной работы	Ссылки на результаты обучения	Часы на выполнение	Часы на консультации
Семестр: 3				
1	Дополнительная учебная деятельность	2, 9	0	1
: Электротехника и электроника. Ч. 1 : методическое руководство к лабораторным работам № 1-7 и расчетно-графическим заданиям (для МТФ) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. П. Савин и др.]. - Новосибирск, 2011. - 41, [5] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166374				
Семестр: 4				
1	Контрольные работы	12	30	4
контрольная работа: Электротехника и электроника. Ч. 1 : методическое руководство к лабораторным работам № 1-7 и расчетно-графическим заданиям (для МТФ) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. П. Савин и др.]. - Новосибирск, 2011. - 41, [5] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166374				
2	РГЗ	2	0	0
: Электротехника и электроника. Ч. 1 : методическое руководство к лабораторным работам № 1-7 и расчетно-графическим заданиям (для МТФ) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. П. Савин и др.]. - Новосибирск, 2011. - 41, [5] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166374				
3	Подготовка к занятиям	7	0	1

: Электротехника и электроника. Ч. 1 : методическое руководство к лабораторным работам № 1-7 и расчетно-графическим заданиям (для МТФ) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. П. Савин и др.]. - Новосибирск, 2011. - 41, [5] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166374				
4	Подготовка к занятиям	13	40	0
Проработка конспекта лекций. Подготовка к лабораторным работам: Электротехника и электроника. Ч. 1 : методическое руководство к лабораторным работам № 1-7 и расчетно-графическим заданиям (для МТФ) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. П. Савин и др.]. - Новосибирск, 2011. - 41, [5] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166374				
5	Дополнительная учебная деятельность	11	19	0
решение задач: Электротехника и электроника. Ч. 1 : методическое руководство к лабораторным работам № 1-7 и расчетно-графическим заданиям (для МТФ) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. П. Савин и др.]. - Новосибирск, 2011. - 41, [5] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166374				
6	Подготовка к аттестации	3	2	0
Проработка конспекта лекций и учебной литературы: Электротехника и электроника. Ч. 1 : методическое руководство к лабораторным работам № 1-7 и расчетно-графическим заданиям (для МТФ) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. П. Савин и др.]. - Новосибирск, 2011. - 41, [5] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166374				

5. Технология обучения

Для организации и контроля самостоятельной работы обучающихся, а также проведения консультаций применяются информационно-коммуникационные технологии (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Деятельность	Информационно-коммуникационные технологии
Информирование	Портал НГТУ
Консультирование	Социальные сети
Контроль	e-mail; Среда электронного обучения НГТУ
Размещение учебных материалов	Среда электронного обучения НГТУ

6. Правила аттестации обучающихся по учебной дисциплине

Для аттестации обучающихся по дисциплине используется балльно-рейтинговая система (БРС), позволяющая выставлять оценки по традиционной шкале и 15-уровневой ECTS. Краткая информация о БРС приведена в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Оцениваемые виды деятельности обучающихся	Мин. балл	Максимальный балл
Семестр: 4		
Лабораторная:	15	30
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Электротехника. Практические занятия : учебно-методическое пособие для 2 курса ИСТР по направлению "Информатика и вычислительная техника" / [В. В. Богданов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 86, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000230291"		
Контрольные работы:	15	30
Контролирующие материалы приводятся в "Электротехника. Практические занятия : учебно-методическое пособие для 2 курса ИСТР по направлению "Информатика и вычислительная техника" / [В. В. Богданов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 86, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000230291"		
РГЗ:	0	

Экзамен:	20	40
Контролирующие материалы (список вопросов) приводятся в "Савин Н. П. Электротехника и пром. электроника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. П. Савин, В. В. Богданов, А. В. Сапсалев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000227168. - Загл. с экрана."		

В таблице 6.2 представлено соответствие форм контроля заявляемым требованиям к результатам освоения дисциплины.

Таблица 6.2

Коды компетенций ФГОС	Результаты обучения	Формы контроля		
		Защита Л/Р	Контр. раб.	Экзамен
ПК.4	у1. уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства	+		+
	у3. владеть навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами	+	+	+

Фонд оценочных средств по дисциплине представлен в приложении № 1 к рабочей программе.

7. Литература

Основная литература

1. Электротехника и электроника: Учебник. В 2 томах. Том 1: Электротехника / А.Л. Марченко, Ю.Ф. Опадчий - М.: НИЦ ИНФРА-М, 2015. - 574 с.: 60x90 1/16. - (Высшее образование) (Переплёт) ISBN 978-5-16-009061-0, 500 экз. - Режим доступа: http://znanium.com/catalog.php?bookinfo=420583 - Загл. с экрана.

2. Катаенко Ю. К. Электротехника : учебное пособие / Ю. К. Катаенко. - Москва, 2010. - 285, [2] с. : ил., табл.

Дополнительная литература

1. Электротехника и электроника. Кн. 1. Электрические и магнитные цепи : Учебник для неэлектр. спец. вузов: В 3 кн. / В. Г. Герасимов, Э. В. Кузнецов, О. В. Николаева и др. ; Под ред. В. Г. Герасимова. - М., 1996. - 288 с. : ил.

2. Электротехника и электроника.. Кн. 2. Электромагнитные устройства и электрические машины : Учебник для неэлектр. спец. вузов: В 3 кн. / В. И. Киселев, А. И. Копылов, Э. В. Кузнецов и др.; Под ред. В. Г. Герасимова. - М., 1997. - 271 с. : ил.

3. Электротехника и электроника.. Кн. 3. Электрические измерения и основы электроники : Учебник для неэлектр. спец. вузов: В 3 кн. / Г. П. Гаев, В. Г. Герасимов, О. М. Князьков и др.; Под ред. В. Г. Герасимова. - М., 1998. - 432 с. : ил.

Интернет-ресурсы

1. Немцов М.В. Электротехника [Электронный ресурс] : учебник для вузов / Немцов М.В. - Москва : Академия. -2014. - Ч.1. - 240 с. - Режим доступа : http://nashol.com/2015101586926/elektrotehnika-kniga-1-nemcov-m-v-2014.htm. - Загл. с экрана.

2. ЭБС НГТУ : http://elibrary.nstu.ru/

3. ЭБС «Издательство Лань» : https://e.lanbook.com/

4. ЭБС IPRbooks : http://www.iprbookshop.ru/

5. ЭБС "Znanium.com" : http://znanium.com/

6. :

8. Методическое и программное обеспечение

8.1 Методическое обеспечение

1. Электротехника и электроника. Ч. 1 : методическое руководство к лабораторным работам № 1-7 и расчетно-графическим заданиям (для МТФ) / Новосиб. гос. техн. ун-т ; [сост.: Н. П. Савин и др.]. - Новосибирск, 2011. - 41, [5] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000166374

2. Электротехника. Практические занятия : учебно-методическое пособие для 2 курса ИСТР по направлению "Информатика и вычислительная техника" / [В. В. Богданов и др.] ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, 2016. - 86, [1] с. : ил., табл.. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000230291

3. Савин Н. П. Электротехника и пром. электроника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. П. Савин, В. В. Богданов, А. В. Сапсалев ; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000227168. - Загл. с экрана.

4. Савин Н. П. Общая электротехника и электроника [Электронный ресурс] : электронный учебно-методический комплекс / Н. П. Савин, В. В. Богданов, А. В. Сапсалев; Новосиб. гос. техн. ун-т. - Новосибирск, [2016]. - Режим доступа: http://elibrary.nstu.ru/source?bib_id=vtls000226475. - Загл. с экрана.

8.2 Специализированное программное обеспечение

1 Adobe Acrobat

2 Office

9. Материально-техническое обеспечение

Компьютерный класс

№	Наименование	Назначение
1	Компьютерный класс (Компьютеры объединены в локальную сеть с выходом в Internet)	Проведение прктических занятий. Работа с КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТОЙ.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электроники и электротехники

“УТВЕРЖДАЮ”
ДЕКАНМТФ к.т.н.,
доцентВ.В. Янпольский
“___” _____ _____ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Электротехника

Образовательная программа: 15.03.05 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, профиль: Конструкторско-технологический

Новосибирск 2017.

1. **Обобщенная структура фонда оценочных средств учебной дисциплины**

Обобщенная структура фонда оценочных средств по дисциплине Электротехника приведена в Таблице.

Таблица

Формируемые компетенции	**Показатели сформированности компетенций (знания, умения, навыки)**	**Темы**	**Этапы оценки компетенций**	
			Мероприятия текущего контроля РГР и др.	**Промежуточная аттестация экзамен.**
ПК.4/ПК способность участвовать в разработке проектов изделий машиностроения, средств технологического оснащения, автоматизации и диагностики машиностроительных производств, технологических процессов их изготовления и модернизации с учетом технологических, эксплуатационных, эстетических, экономических, управленческих параметров и использованием современных информационных технологий и вычислительной техники, а также выбирать эти средства и проводить диагностику объектов машиностроительных производств с применением необходимых методов и средств анализа	у1. уметь разрабатывать принципиальные электрические схемы и проектировать типовые электрические и электронные устройства	Анализ и расчет линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока Анализ и расчет трехфазных электрических цепей Исследование трехфаз-ных электрических цепей Исследование электри-ческих цепей синусои-дального тока (л./р -3,4) Нелинейные элементы и их характеристики. Методы анализа нелиней-ных цепей постоянного тока. Применение метода эквивалентного генератора к анализу нелинейных цепей постоянного тока Определение параметров электрической цепи постоянного тока. (л./р -1) Основные понятия и определения. Способы связывания трехфазных це-пей в звезду и в треугольник. Качественные и количественные соотношения ме-жду фазными и линейными напряжениями и токами. Симметричные и несиммет-ричные режимы работы в трехфазной цепи. Мощность трехфазной цепи. Измере-ние мощности в трехфазных цепях. Основные понятия и определения. Схемы замещения электрических це-пей переменного тока. Элементы схем замещения: резистивный, индуктивный, емкостной. Фазовые соотношения между током и напряжением на элементах це-пи (R , L , C) . Последовательное соединение элементов. Активное, реактивное и пол-ное сопротивления. Резонанс напряжений. Векторные диаграммы на комплексной плоскости. Параллельное соединение элементов.	Контрольная работа. Задача1 п:1-5 Задача2 п:1-6	Экзамен, вопросы № 1-9. 18-20.

		Активная, реактивная и		

		полная проводимости. Резонанс токов. Векторные диаграммы на комплексной плоско-сти. Частотные свойства цепей переменного тока. Колебания мощности в цепях синусоидального тока. Активная, реактивная и полная мощности. Понятия об электрических цепях с взаимной индуктивностью. Понятие о линейных четырехполюсниках. Расчет линейных электрических це-пей постоянного тока. Расчет резистивных схем методом свертывания. Определение входных сопротивлений. Элементы электрических цепей. Источники и приемники электрической энергии и их параметры. Схемы замещения и характеристики генерирующих уст-ройств. Режимы работы электрических цепей. Топологические компоненты элек-трических схем. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи с одним источником питания. Энергетические соотношения в электрических цепях. Анализ электрического состояния неразветвленных и разветвленных электрических цепей с несколькими источниками питания с помощью методов эквивалентных преобразований, непосредственного применения законов Кирх-гофа, суперпозиции, узлового напряжения, эквивалентного генератора, контур-ных токов.		
ПК.4/ПК	у3. владеть навыками работы с электротехнической аппаратурой и электронными устройствами	Анализ и расчет линейных электрических цепей однофазного синусоидального тока Анализ и расчет трехфазных электрических цепей Анализ переходных процессов в линейных электрических цепях Исследование электри-ческих цепей синусои-дального тока (л./р -3,4) Нелинейные элементы и их характеристики. Методы анализа нелиней-ных цепей постоянного тока. Применение метода эквивалентного генератора к анализу нелинейных цепей постоянного тока Определение параметров электрической цепи	Контрольная работа. Задача2 п:3-6	Экзамен, вопросы :№ 10-18. 19-26.

		постоянного тока. (л./р -1) Основные понятия и определения. Способы связывания трехфазных це-пей в звезду и в треугольник. Качественные и количественные соотношения ме-жду фазными и линейными напряжениями и токами. Симметричные и несиммет-ричные режимы работы в трехфазной цепи. Мощность трехфазной цепи. Измере-ние мощности в трехфазных цепях. Основные понятия и определения. Схемы замещения электрических це-пей переменного тока. Элементы схем замещения: резистивный, индуктивный, емкостной. Фазовые соотношения между током и напряжением на элементах це-пи (R , L , C) . Последовательное соединение элементов. Активное, реактивное и пол-ное сопротивления. Резонанс напряжений. Векторные диаграммы на комплексной плоскости. Параллельное соединение элементов. Активная, реактивная и полная проводимости. Резонанс токов. Векторные диаграммы на комплексной плоско-сти. Частотные свойства цепей переменного тока. Колебания мощности в цепях синусоидального тока. Активная, реактивная и полная мощности. Понятия об электрических цепях с взаимной индуктивностью. Понятие о линейных четырехполюсниках. Особенности электромагнитных процессов в электрических цепях пере-менного тока. Способы представления электрических величин - синусоидальных функций: временными диаграммами, векторами, комплексными числами. Основ-ные параметры, характеризующие синусоидальную функцию. Расчет линейных электрических це-пей постоянного тока. Расчет резистивных схем методом свертывания. Определение входных сопротивлений. Элементы электрических цепей. Источники и приемники электрической энергии и их параметры.		

		Схемы замещения и характеристики генерирующих уст-ройств. Режимы работы электрических цепей. Топологические компоненты элек-трических схем. Неразветвленные и разветвленные электрические цепи с одним источником питания. Энергетические соотношения в электрических цепях. Анализ электрического состояния неразветвленных и разветвленных электрических цепей с несколькими источниками питания с помощью методов эквивалентных преобразований, непосредственного применения законов Кирх-гофа, суперпозиции, узлового напряжения, эквивалентного генератора, контур-ных токов.		

2. Методика оценки этапов формирования компетенций в рамках дисциплины.

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в 4 семестре - в форме экзамена, который направлен на оценку сформированности компетенций ПК.4/ПК

Кроме того, сформированность компетенции проверяется при проведении мероприятий текущего контроля, указанных в таблице раздела 1.

В 4 семестре обязательным этапом текущей аттестации является контрольная работа. Требования к выполнению контрольной работы, состав и правила оценки сформулированы в паспорте контрольной работы.

Общие правила выставления оценки по дисциплине определяются балльно-рейтинговой системой, приведенной в рабочей программе дисциплины.

На основании приведенных далее критериев можно сделать общий вывод о сформированности компетенции ПК.4/ПК, за которые отвечает дисциплина, на разных уровнях.

Общая характеристика уровней освоения компетенций.

Ниже порогового. Уровень выполнения работ не отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, пробелы могут носить существенный характер, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы не достаточно, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнены или выполнены с существенными ошибками.

Пороговый. Уровень выполнения работ отвечает большинству основных требований, теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые виды заданий выполнены с ошибками.

Базовый. Уровень выполнения работ отвечает всем основным требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполнения ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки.

Продвинутый. Уровень выполнения работ отвечает всем требованиям, теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному.

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет»

Кафедра электроники и электротехники

Паспорт экзамена

по дисциплине «Электротехника»

1. Методика оценки

Экзамен проводится в письменной форме, по билетам. В билете 1 вопрос и две задачи. Билет формируется по следующему правилу: вопрос выбирается из списка экзаменационных вопросов. Задачи выбираются из перечня задач В ходе экзамена преподаватель вправе задавать студенту дополнительные вопросы из общего перечня. Список экзаменационных вопросов и перечень задач представлены ниже.

Форма экзаменационного билета

НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ Факультет МТФ

Билет
к экзамену по дисциплине «Электротехника»

---

1. Законы Кирхгофа. Расчет электрических цепей постоянного тока с помощью этих законов.

2. Задача.

3. Задача .

Утверждаю: зав. кафедрой _____ должность. Ф.И.О.

(подпись)

2. Критерии оценки

- Ответ на экзаменационный билет считается **неудовлетворительным**, если студент при ответе на вопросы не дает определений основных понятий, при решении задач допускает принципиальные ошибки, оценка составляет 0 - 19 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **пороговом** уровне, если студент при ответе на вопросы дает определение основных понятий, при решении задач допускает непринципиальные ошибки, например, вычислительные, оценка составляет 20-25 *баллов.*
- Ответ на экзаменационный билетзасчитывается на **базовом** уровне, если студент при ответе на вопросы формулирует основные понятия, законы, дает характеристику процессов, явлений, может представить качественные характеристики процессов, не допускает ошибок при решении задач, оценка составляет 26-35 баллов.
- Ответ на экзаменационный билет засчитывается на **продвинутом** уровне, если студент при ответе на вопросы проводит сравнительный анализ подходов, проводит комплексный анализ, выявляет проблемы, предлагает механизмы решения, способен представить количественные характеристики определенных процессов, приводит конкретные примеры из практики, не допускает ошибок и способен обосновать выбор метода решения задачи,оценка составляет 36-40 баллов.
-

3. Шкала оценки

К экзамену допускаются студенты, выполнившие все виды работ предусмотренных учебным планом дисциплины и набравшие в течении семестра не меньше 30 баллов из 60 возможных. Экзамен считается сданным, если студент набрал не менее 20 баллов из 40 возможных.
Баллы за экзамен учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

В приведенной ниже таблице указаны виды работ, их число, весовые коэффициенты «К» на которые следует умножать сумму полученных (или максимально возможных) баллов, а также максимальная (расчетная) сумма баллов по каждому виду работ .

Виды работ	Число работ в семестре	Весовой коэффициент	Максимальная (расчетная) сумма за семестр
Лабораторные работы	5	1	30
Контрольная работа	1	1	30
Экзамен	1	2	40

Решение задач:2 задачи по 5 баллов, К=2, максимум: 2 × 5 × 2 = 20 баллов

Теоретический вопрос: полный ответ – 10 баллов. Неполный ответ – 5 баллов. К=2.
Только начальные знания - 1балл.
Максимальное число баллов – 10 х 2 х 1 = 20 баллов.

.

Таблица соответствия

баллы	оценка
87-100	отлично
73-86	хорошо
50-72	удовл.

Баллы за экзамен учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

Итоговый рейтинг по дисциплине состоит из рейтинга текущей деятельности студента в семестре и экзаменационного рейтинга. Соотношение между этими рейтингами устанавливается в пропорции 60/40, то есть максимальный рейтинг равняется 100 баллам.

4. Вопросы к экзамену по дисциплине «Электротехника»

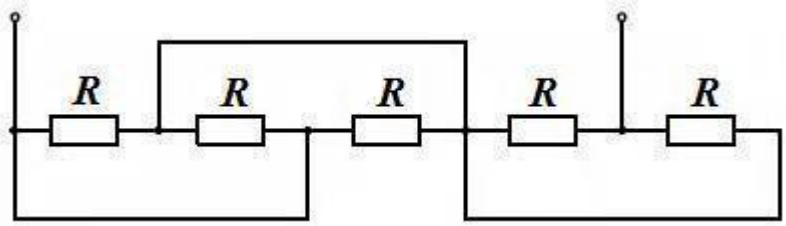
1. Электрическая цепь и ее элементы, ток, напряжение, ЭДС. Идеальные и реальные источники энергии и их внешние характеристики. Закон Ома для участка цепи и для участка цепи и для всей цепи постоянного тока.
2. Законы Кирхгофа. Расчет электрических цепей постоянного тока с помощью этих законов.
3. Расчет электрических цепей постоянного тока методом двух узлов.
4. Расчет электрических цепей постоянного тока методом контурных токов.
5. Мощность в цепях постоянного тока. Баланс мощностей в цепях постоянного тока.
6. Представление синусоидальных величин векторами. Символический метод расчета цепей переменного тока. Векторные диаграммы.
7. Синусоидальный ток. Его мгновенное, действующее, среднее и амплитудное значения.
8. Комплексное сопротивление и комплексная проводимость. Законы Ома и Кирхгофа в комплексной форме.
9. Активная, реактивная и полная проводимость в цепи переменного тока. Треугольник проводимостей. Векторные диаграммы при параллельном соединении в цепи переменного тока.
10. Активное, реактивное и полное сопротивление в цепи переменного тока. Треугольник сопротивлений. Векторные диаграммы при последовательном соединении в цепи переменного тока.
11. Параллельная R-L-C цепь переменного тока. Резонанс токов.
12. Последовательная R-L-C цепь переменного тока. Резонанс напряжений.
13. Резистор, конденсатор и катушка индуктивности в цепи переменного тока. Активная, реактивная и полная мощность в цепи переменного ток

14. Трехфазные цепи. Общие понятия. Получение трехфазного тока.
15. Соединение треугольником в трехфазной цепи. Фазные и линейные токи и напряжения.
16. Соединение звездой в трехфазной цепи. Фазные и линейные токи и напряжения.
17. Векторные диаграммы напряжений и токов при соединении нагрузки треугольника.
18. Векторные диаграммы напряжений и токов при соединении нагрузки звездой.
19. Расчет трехфазных цепей при соединении несимметричной нагрузки треугольником.
20. Расчет трехфазных цепей при соединении несимметричной нагрузки звездой с нулевым проводом. Токи и напряжения.
21. Мощность в трехфазных цепях.
22. Законы коммутации и начальные условия.
23. Включение и выключение цепи постоянного тока с катушкой индуктивности.
24. Понятие нелинейных цепей. Сопротивление нелинейных элементов.
25. Расчет нелинейных цепей при параллельном соединении.
26. Расчет нелинейных цепей при последовательном соединении.

Задачи к экзамену.

Задача 1.

Найти эквивалентное сопротивление цепи.

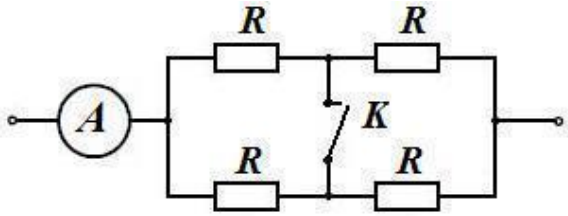


Ответ: **5 *R* /6.**

Задача 2.

Как изменится показание амперметра,

если замкнуть ключ?

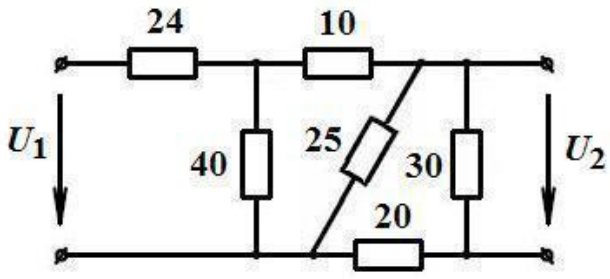


Ответ: **не изменится.**

Задача 3.

Найти отношение напряжений U_2 / U_1 .

Сопротивления ветвей, в
Омах, указаны на схеме.



Ответ: **0,15.**

Задача 4.

В электрической цепи: R_4 = 5 кОм,

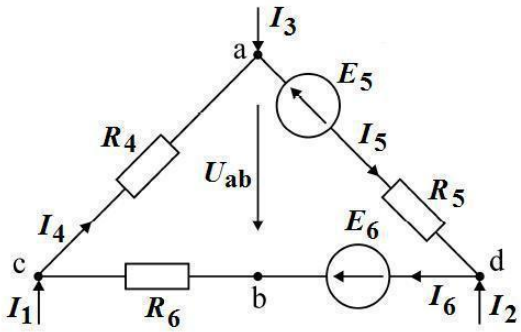
E_5 = 20 В, R_5 = 3 кОм,

E_6 = 40 В, R_6 = 2 кОм,

I_1 = 10 мА, I_3 = - 20 мА .

Определить токи I_4, I_5, I_6 напряжение U_{ab}.

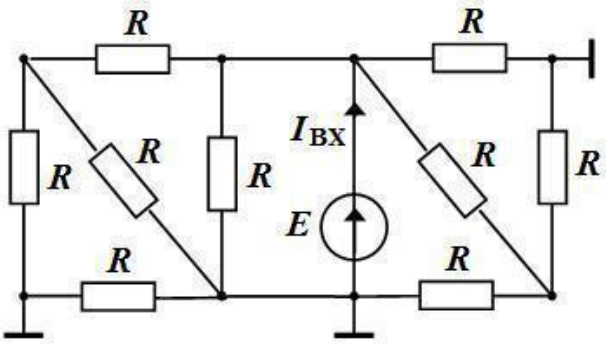
Ответ: U_{ab} = - 50 В.



Задача 5.

E = 10 В, R = 1 Ом.

Определить ток I_{BX} . Ответ: Iвх=33.3



Задача 6.

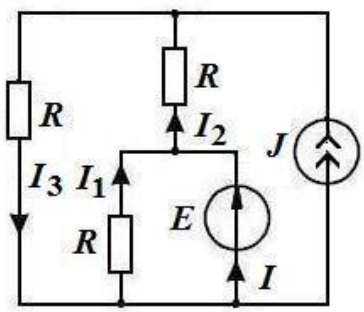
Используя метод контурных токов, определить величину и направление ЭДС, если R = 1 Ом.

Ответ: E = 6,67 В.

Задача 7.

Определить ток в ветвях схемы методом наложения, если:

J = 2 А; E = 120 В; R = 40 Ом.



Ответ: I_1 = 3 А; I_2 = 0,5 А; I_3 = 2,5 А.

(φ_1 = 100 В)

Задача 8.

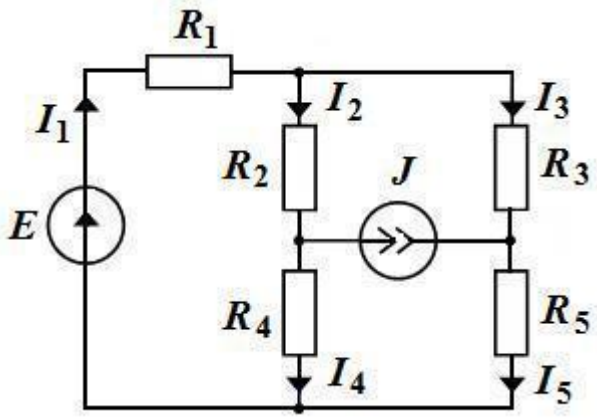
Параметры цепи:

E_1 = 5 В, J = 4 мА, R_1 = 2.2 кОм,

R_2 = 3.2 кОм, R_3 = 1.5 кОм,

S_4 =4.3 кОм, R_5 =1.0 кОм.

Определить:



токи в ветвях схемы методом контурных токов; составить баланс мощности.

Ответы: I_1 =1.559 мА, I_2 = 2.53 мА, I_3 = −0.971 мА, I_4 = − 1.47 мА,

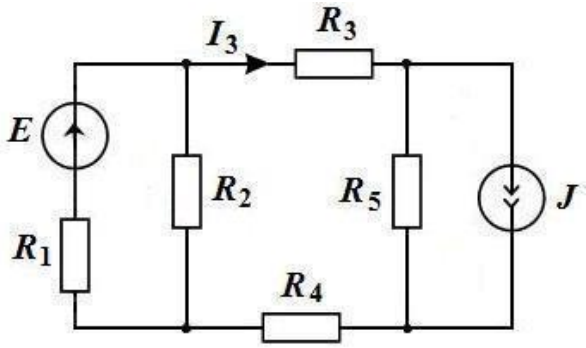
I_5 = 3.029 мА.

Задача 9.

Определить ток I_3 методом эквивалентного генератора, если:

E= 20 В; J = 1 А; R_1 = R_2 = 10 Ом;

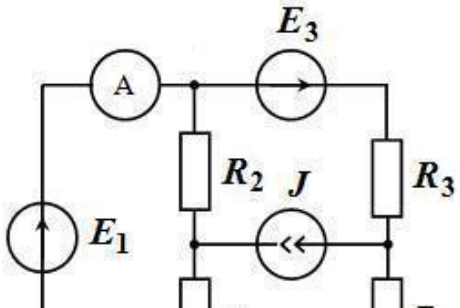
R_3 = R_5 = 5 Ом, R_4 = 15 Ом .



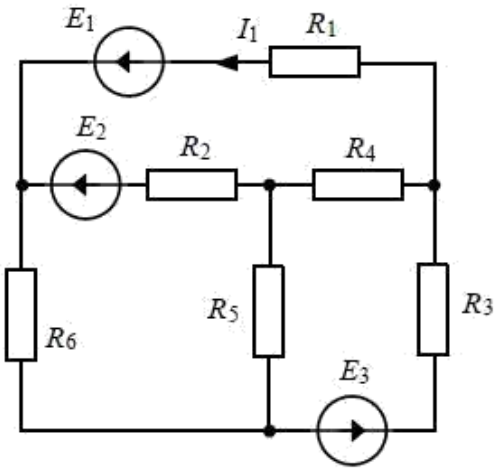
Ответ: I_3 = 0,5 А.

Задача 10.

Определить показание амперметра методом эквивалентного генератора, если:



J = 1 А,



E_1 = 35 В, E_3 = 10 В,

R_2 = 40 Ом, R_3 = 50 Ом,

R_4 = 30 Ом, R_5 = 10 Ом,

Ответ: I_A = 988 мА.

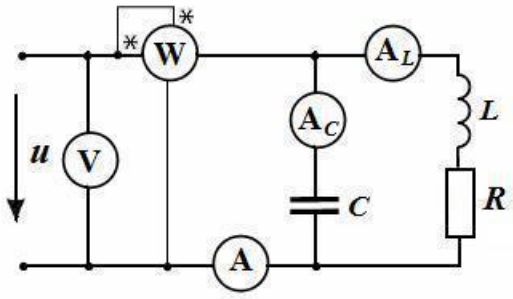
Задача 11.

Определить I_1 методом эквивалентного генератора, если:

$E_1 = E_2 = E_3$ = 48 В; $R_2 = R_4 = R_5$ = 1 Ом; $R_1 = R_3 = R_6$ = 3 Ом.

Ответ: I_1 = 5,33 А.

Задача 12.



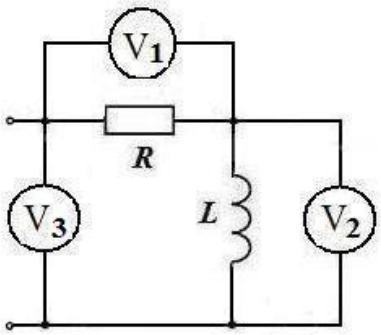
Определить показания амперметров (электромагнитной системы) и ваттметра, если: вольтметр показывает 100 В.

f = 50 Гц; R = 10 Ом; L = 0,2 Гн; С=40Мкф.

Ответ: I = 0,388 А, I_L = 1,57 А, I_C = 1,25 А, Р = 27,3 Вт .

Задача 13.

В цепи R – L известны показания вольтметров



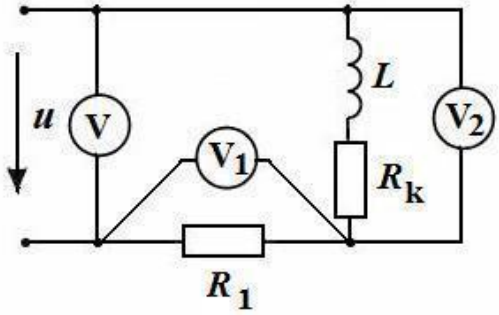
U_1 = 100 В; U_2 = 150 В; и сопротивление

R = 10 Ом. Определить показание
третьего вольтметра и
индуктивность, если частота

Тока f = 50 Гц .

Ответ: U_3 = 180 В; L = 47,7 мГн.

Задача 14.

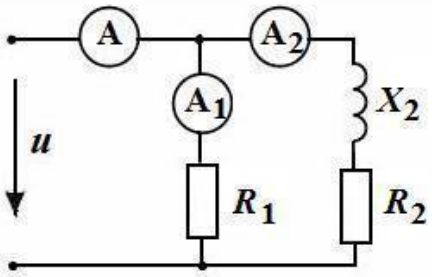


Вольтметры электромагнитной системы

показывают: V = 220 В, V_1 = 110 В, V_2 = 138 В. Определить параметры катушки индуктивности, если сопротивление R_1 = 22 Ом.

Ответ: Z_K = 27,6 Ом; R_K = 16,63 Ом; X_K = 22,75 Ом.

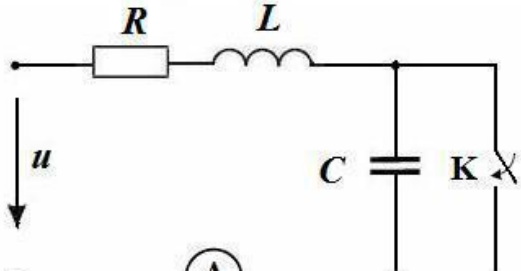
Задача 15.



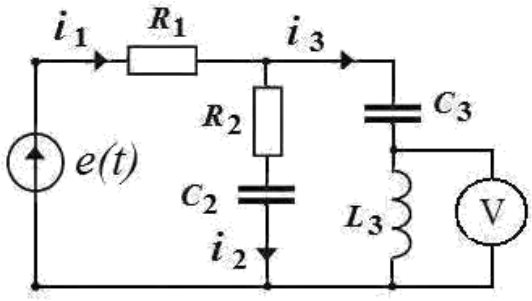
Показаниям амперметров электромагнитной системы: A = 6,5 А; A_1 = 4 А; A_2 = 3.5А. Определить мощность, расходуемую катушкой индуктивности (R_2 , X_2), если сопротивление резистора r_1 = 30 Ом.

Ответ: S = 780 ВА; P = 690 Вт; Q = 364 ВАр.

Задача 16.



Напряжение на входе цепи изменяется по закону: $u\,(t) = 170 \sin \omega t$ В. Определить значения параметров r и L , если: C = 66,7 мкФ; f = 50 Гц, а амперметр электромагнитной системы при замкнутом и разомкнутом ключе показывает одно и то же значение I = 4 А.



Ответ: r = 18,18 Ом, L = 0,076 Гн.

Задача 17.

В цепи с R_1 = 30 Ом; R_2 = 10 Ом; X_{C2} = 60 Ом; $X_{C2} = X_{L3}$ = 20 Ом;

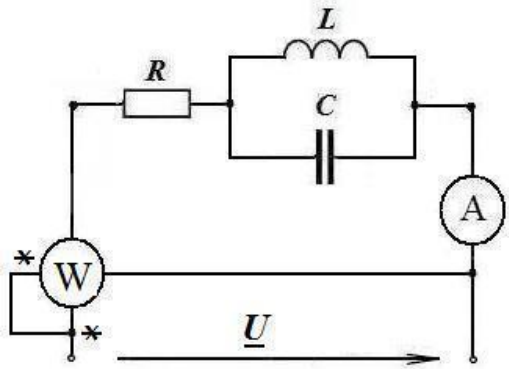
e = 30 sin (314 t + 90 °) В.

Определить показание вольтметра.

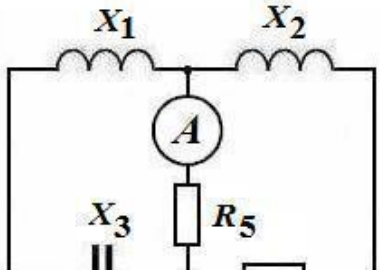
Ответ: U = 14,1 В.

Задача 18.

Определить показания приборов в цепи с $R = X_L$ = 5 Ом; X_C = 2,5 Ом при u = 100 sin ω t В.



Ответ: I = 10 А; P = 500 Вт.



Задача 19.

Определить показание амперметра методом эквивалентного активного двухполюсника, если

E= 10 В; $X_1 = X_2$ = 5 Ом;

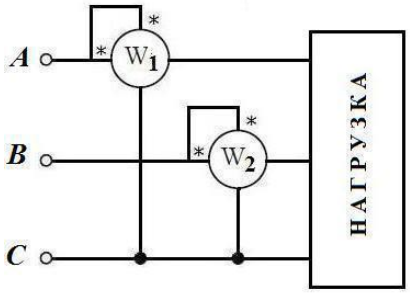
$X_3 = R_4$ = 10 Ом; R_5 = 2,5 Ом .

Ответ: 0,632 А.

Задача 20.
Мгновенное значение ЭДС фазы А симметричной трехфазной системы положительно, максимально и равно 310 В. Чему равно мгновенное значение ЭДС фаз В и С через четверть периода ?

Ответ: e_B = 268 В; e_C = - 268 В.

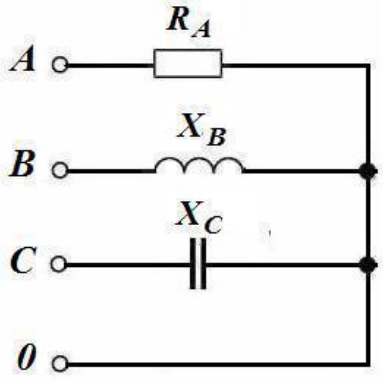
Задача 21.



По показаниям ваттметров, 600 Вт (W_1) и 200 Вт (W_1), найти cos φ симметричной нагрузки.

Ответ: cos φ = 0,756.

Задача 22.



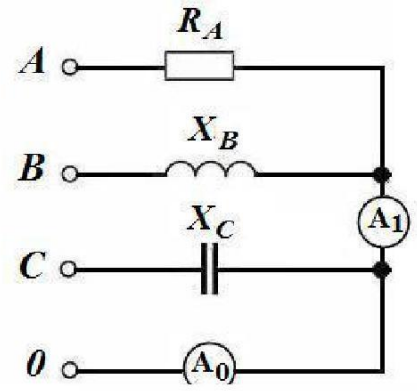
а) Определить фазные токи и ток в ней тральном проводе, если $U_Ф$ =127 В,

$R_A = X_B = X_C$ = 25,4 Ом.

б) Определить ток в нейтральном проводе, если нагрузку фаз В и С поменять местами.

Ответ: а) $I_{Ф}$ = 5 А; $\underline{I}_{0}$ = 3,65 А; б) I_{0} = 13,65 А.

Задача 23.



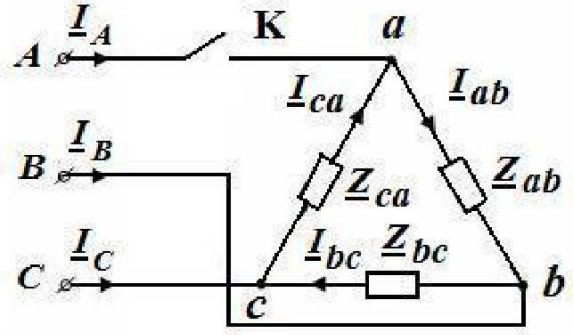
В трехфазной цепи известны значения токов:

I_{A}=5 А, I_{B}= I_{C} =10 А.

Определить показания амперметров A_0 и A_1.

Ответ: I_{A1} = 6.2 А; I_{A0} = 12.3 А.

Задача 24.



Определить суммарную активную мощность, потребляемую от сети при замкнутом и разомкнутом ключе «К»,

если: $U_{Л}$ = 220 В; $\underline{Z}_{ab}$ = 110 - j 110 Ом;

Z_{bc} = $\underline{Z}_{ca}$ = 110 + j 110 Ом.

Ответ: Ответ:

ключ замкнут: токи через все резисторы равны $I_{ф}$ = 1.41 А, $P_{\sum}$ = 660 Вт;

ключ разомкнут: I_{BC}= 1.41А; I_{BA} = I_{AC} = 1А; $P_{\sum}$ = 440 Вт.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский государственный технический университет» Кафедра электроники и электротехники

Паспорт

Контрольной работы

по дисциплине «Электротехника», 4 семестр

1. Методика оценки

К выполнению к/р следует приступать после изучения необходимого материала по данной теме из рекомендованной литературы.

Контрольная работа состоит из двух задач. В начале каждой задачи надо привести краткое условие, расчетную схему и исходные данные для своего варианта. При оформлении решения не следует приводить выводы формул и уравнений, имеющихся в учебной литературе.

Графики и диаграммы следует вычерчивать на миллиметровой бумаге с помощью чертежных инструментов. На осях координат должны быть указаны откладываемые значения и единицы их измерения.

Вариант к/р определяется номером в групповом журнале.

Содержание контрольной работы :

1. Расчет цепей постоянного тока.
2. Расчет трехфазной электрической цепи.

2.Критерии оценки

Работа считается не выполненной**,** если выполнены не все части к/р, отсутствует анализ объекта, диагностические признаки не обоснованы, аппаратные средства не выбраны или не соответствуют современным требованиям, оценка составляет 0- 14 баллов.

Работа считается выполненной на пороговом уровне, если к/р выполнена, но с ошибками, из двух задач, предлагаемых на защиту решена одна, оценка

удовлетворительно (15-19 баллов).

Работа считается выполненной на базовом уровне, если к/р выполнена с незначительными ошибками, алгоритм решения задач, предлагаемых на защиту верен, есть ошибки в числовой подстановке, оценка хорошо (20-27 баллов).

Работа считается выполненной на продвинутом уровне, если к/р выполнена без ошибок, задачи, предлагаемые на защиту решены верно до числового результата, оценка отлично (28-30 баллов).

3. Шкала оценки

В общей оценке по дисциплине максимальное число баллов за к/р равно 30 и учитываются в соответствии с правилами балльно-рейтинговой системы, приведенными в рабочей программе дисциплины.

к/р состоит из 2 х задач. Каждая задача оценивается отдельно. «К = 1»

1) Выполнение в срок без ошибок - 30 баллов.
2) Выполнение в срок, но есть ошибки в вычислениях – 20 баллов.
3) Выполнение после срока и есть существенные ошибки –15 баллов.

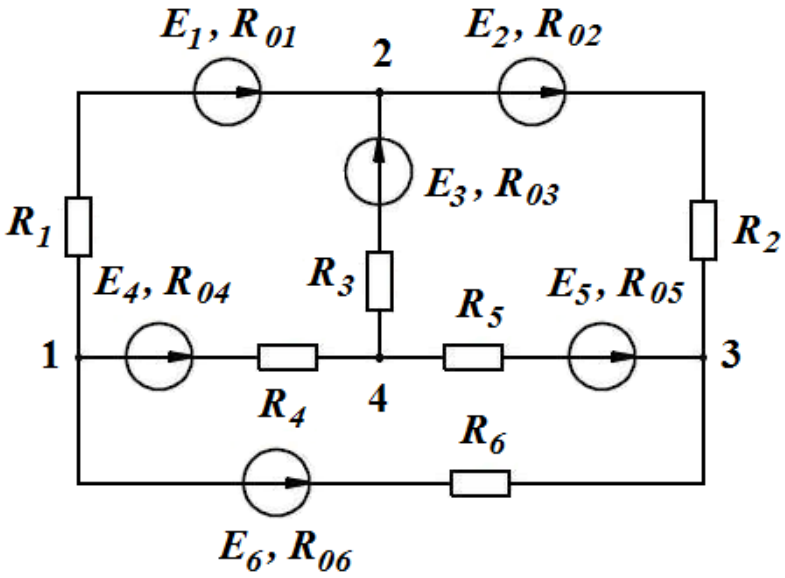
Максимальное число баллов за к/р:

30 х 1 х 1 = 30 баллов.

Пример контрольной работы:

Задача 1. Расчет электрической цепи постоянного тока.

Для электрической цепи, схема которой изображена на рисунке,



а параметры заданы в табл. 1, выполнить следующее:

1.Составить систему уравнений, необходимых для определения токов по первому и второму законам Кирхгофа.

2.Найти все токи, пользуясь методом контурных токов.

3.Составить баланс мощностей для заданной электрической цепи.

4.Определить ток в ветви, указанной в графе ***I*** табл. 1, методом эквивалентного активного двухполюсника. При расчете токов необходимых для определения напряжение холостого хода U_{XX} использовать метод междуузлового напряжения.

5.Определить напряжение между точками, заданными в графе ***U*** табл.1.

6.Построить в масштабе потенциальную диаграмму для внешнего контура электрической цепи.

Задача 2. Расчет трехфазной электрической цепи.

Для трехфазной электрической цепи, параметры которой заданы в табл. 2, выполнить следующее:

1. Определить фазные и линейные токи, ток в нейтральном проводе (для нагрузки, соединенной по схеме звезда).

2. Составить баланс мощностей.

3. Изобразить схему измерения активной мощности, потребляемой заданной электрической цепью. Определить величину этой мощности по показаниям ваттметров.

4. На комплексной плоскости построить векторную диаграмму токов
и топографическую диаграмму напряжений.

5. Рассчитать токи в ветвях схемы в заданном аварийном режиме.

Схема соединения нагрузки:

*четный вариант (и 00) – звезда с нейтральным проводом ($\underline{Z}_n = 0$);

*нечетный вариант – треугольник.

Таблица 1

№ варианта	E_1, В	R_{01}, Ом	R_1, Ом	E_2, В	R_{02}, Ом	R_2, Ом	E_3, В	R_{03}, Ом	R_3, Ом	E_4, В	R_{04}, Ом	R_4, Ом	E_5, В	R_{05}, Ом	R_5, Ом	E_6, В	R_{06}, Ом	R_6, Ом	I	U
00	-	-	8	25	0,5	7,5	-	-	4	12	1	11	18	-	6	-	-	4	5	2-4
01	24	-	2	-	-	4	-	-	6	10	1,2	8	-	-	10	20	0,2	6	3	1-4
02	50	0,5	8	20	0,5	4	-	-	5	-	-	2	10	-	4	-	-	4	6	1-3
03	-	-	4	36	-	8	10	0,4	3	-	-	1	25	0,5	2	-	-	6	4	3-4
04	-	-	5	15	0,8	2	-	-	8	-	-	2	25	1,2	2	30	-	6	2	2-3
05	-		1	-	-	2	20	0,1	6	-	-	3	25	-	8	10	1	4	1	1-2
06	5	0,4	6	15	-	4	-	-	3	30	0,8	2	-	-	5	-	-	3	5	2-4
07	10	0,8	4	-	-	5	-	-	6	16	0,2	6	24	-	4	-	-	2	4	4-1
08	-	-	5	8	-	6	20	0,8	4	10	1,2	4	-	-	3	-	-	3	1	3-1
09	-	-	5	20	-	7	-	-	2	5	0,2	8	-	-	2	10	0,5	1	2	4-3
10	-	-	2,5	-	-	10	4	0,8	4	10	-	8	-	-	10	20	0,4	2	6	3-2
11	5	0,8	10	25	-	8	-	-	2	-	-	6	-	-	10	10	0,5	4	3	2-1

12	16	0,2	2,5	-	-	6	8	0,5	6	-	-	5	-	-	10	10	-	5	5	4-2
13	-	-	4	50	1	5	-	-	2	24	1	10	12	-	6	-	-	2	1	2-4
14	12	0,2	3	24	0,4	5	12	-	2	-	-	5	-	-	8	-	-	10	3	2-3
15	12	1,2	2	-	-	4	6	0,6	8	-	-	5	18	-	8	-	-	8	5	1-3
16	-	-	3	-	-	2	-	-	2	8	1	6	16	1,2	8	24	-	6	2	1-2
17	36	0,8	6	-	-	1	24	1,5	8,5	12	-	4	-	-	10	-	-	4	4	1-4

Продолжение табл. 1

№ варианта	E_1, В	R_{01}, Ом	R_1, Ом	E_2, В	R_{02}, Ом	R_2, Ом	E_3, В	R_{03}, Ом	R_3, Ом	E_4, В	R_{04}, Ом	R_4, Ом	E_5, В	R_{05}, Ом	R_5, Ом	E_6, В	R_{06}, Ом	R_6, Ом	I	U
18	-	-	2,5	12	-	1	36	0,4	4	-	-	10	-	-	2	24	0,4	3	6	3-4
19	-	-	5	-	-	2	10	-	8	8	1	12	24	0,8	4	-	-	3	6	4-2
20	18	1	6	-	-	3	-	-	5	-	-	4	30	-	3	18	0,5	4,5	5	3-2
21	24	-	4	-	-	6	-	-	8	15	1	8	-	-	10	30	0,4	8	4	1-4
22	40	1	11	20	1	8	-	-	10	-	-	4	10	-	8	-	-	10	3	1-3
23	-	-	6	30	-	8	15	0,5	5	-	-	4	20	0,5	4	-	-	9	2	2-1
24	-	-	8	20	1	5	-	-	10	-	-	5	20	1	8	40	-	10	1	4-1

25	-	-	10	-	-	4	40	0,5	8	-	-	10	50	-	12	20	0,5	8	5	3-4
26	12	-	2	-	-	4	-	-	6	10	1,2	8	-	-	6	10	0,2	6	5	1-4
27	30	0,5	8	20	0,5	8	-	-	5	-	-	2	15	-	4	-	-	4	1	1-3
28	-	-	10	16	-	8	10	0,4	3	-	-	1	20	0,5	12	-	-	6	2	3-4
29	-	-	15	15	0,8	12	-	-	8	-	-	12	25	1,2	12	30	-	16	3	2-3
30	-	-	10	-	-	12	20	1	9	-	-	10	25	-	8	10	1	8	4	1-2
31	15	0,4	6	5	-	4	-	-	3	10	0,8	2	-	-	5	-	-	3	6	2-4
32	10	0,8	14	-	-	15	-	-	16	16	0,2	16	24	-	14	-	-	12	5	4-1
33	-	-	10	8	-	6	10	0,8	4	10	1,2	4	-	-	6	-	-	6	6	3-1
34	-	-	5	10	-	7	-	-	2	15	0,2	8	-	-	2	10	0,5	1	1	4-3

Окончание табл. 1

№ варианта	E_1, **В**	R_{01}, **Ом**	R_1, **Ом**	E_2, **В**	R_{02}, **Ом**	R_2, **Ом**	E_3, **В**	R_{03}, **Ом**	R_3, **Ом**	E_4, **В**	R_{04}, **Ом**	R_4, **Ом**	E_5, **В**	R_{05}, **Ом**	R_5, **Ом**	E_6, **В**	R_{06}, **Ом**	R_6, **Ом**	I	U

35	-	-	5	-	-	10	4	0,8	4	10	-	8	-	-	5	20	0,4	4	4	3-2
36	15	0,8	10	25	-	8	-	-	12	-	-	6	-	-	10	20	0,5	9	2	2-1
37	6	0,2	5	-	-	6	8	0,5	6	-	-	5	-	-	10	10	-	5	3	4-2
38	-	-	4	25	1	5	-	-	6	12	1	5	12	-	6	-	-	4	5	2-4
39	12	0,2	5	24	0,4	15	12	-	12	-	-	5	-	-	8	-	-	10	1	2-3
40	12	1,2	8	-	-	6	6	0,5	8	-	-	5	18	-	10	-	-	8	3	1-3
41	-	-	3	-	-	2	-	-	2	18	1	6	16	1,2	8	24	-	6	5	1-2
42	16	0,8	6	-	-	1	10	1,5	8,5	12	-	4	-	-	10	-	-	4	6	1-4
43	-	-	5	12	-	1	16	0,4	4	-	-	10	-	-	2	24	0,4	3	2	3-4
44	-	-	15	-	-	12	10	-	18	8	1	12	24	0,8	14	-	-	13	1	4-2
45	8	1	6	-	-	3	-	-	5	-	-	4	10	-	3	8	0,5	4,5	4	3-2
46	24	-	24	-	-	26	-	-	28	15	1	28	-	-	20	30	0,4	28	5	1-4
47	20	1	11	20	1	18	-	-	10	-	-	14	10	-	8	-	-	15	1	1-3
48	-	-	16	30	-	18	15	0,5	15	-	-	14	20	0,5	14	-	-	9	4	2-1
49	-	-	8	20	1	5	-	-	10	-	-	5	10	1	8	20	-	10	6	4-1
50	-	-	10	-	-	4	10	0,5	8	-	-	10	20	-	12	20	0,5	8	3	3-4

Таблица 2

№ варианта	$U_л$ В	$R_а$ Ом	$X_а$ Ом	$R_в$ Ом	$X_в$ Ом	$R_с$ Ом	$X_с$ Ом	$R_{ав}$ Ом	$X_{ав}$ Ом	$R_{вс}$ Ом	$X_{вс}$ Ом	$R_{са}$ Ом	$X_{са}$ Ом
00	127	6	8	8	-6	6	-8	-	-	-	-	-	-
01	220	-	-	-	-	-	-	6	8	8	-6	6	-8
02	380	4	3	3	4	3	-4	-	-	-	-	-	-
03	220	-	-	-	-	-	-	4	3	3	4	3	-4
04	127	4	4	6	8	4	-4	-	-	-	-	-	-
05	220	-	-	-	-	-	-	9	12	9	9	9	-12
06	127	6	6	4	4	4	-6	-	-	-	-	-	-
07	380	-	-	-	-	-	-	9	9	12	-12	12	-9
08	127	5	5	8	6	5	-5	-	-	-	-	-	-
09	220	-	-	-	-	-	-	3	4	4	3	4	-3
10	220	12	9	9	12	9	-12	-	-	-	-	-	-
11	380	-	-	-	-	-	-	8	6	6	-8	8	-6
12	127	3	4	4	3	4	-3	-	-	-	-	-	-
13	220	-	-	-	-	-	-	12	9	12	12	12	-9
14	220	10	-	6	8	6	-8	-	-	-	-	-	-
15	380	-	-	-	-	-	-	10	-	6	-8	6	8
16	127	6	8	-	-10	6	-8	-	-	-	-	-	-
17	220	-	-	-	-	-	-	-	10	8	-6	10	-

18	220	5	-	3	4	3	-4	-	-	-	-	-	-
19	380	-	-	-	-	-	-	6	-8	10	-	6	8
20	127	5	-5	10	-	3	4	-	-	-	-	-	-
21	220	-	-	-	-	-	-	6	8	-	-10	8	-6
22	220	3	-4	3	4	5	-	-	-	-	-	-	-
23	380	-	-	-	-	-	-	15	-	8	-6	6	8
24	380	8	6	15	-	6	-8	-	-	-	-	-	-
25	220	-	-	-	-	-	-	6	8	-	15	15	-

Окончание табл. 2

№ варианта	$U_л$ В	$R_а$ Ом	$X_а$ Ом	$R_в$ Ом	$X_в$ Ом	$R_с$ Ом	$X_с$ Ом	$R_{ав}$ Ом	$X_{ав}$ Ом	$R_{вс}$ Ом	$X_{вс}$ Ом	$R_{са}$ Ом	$X_{са}$ Ом
26	127	6	-8	-	10	6	8	-	-	-	-	-	-
27	220	-	-	-	-	-	-	-	-10	8	+6	10	-
28	220	5	-	3	-4	3	4	-	-	-	-	-	-
29	380	-	-	-	-	-	-	6	8	10	-	6	-8
30	127	5	5	10	-	3	-4	-	-	-	-	-	-
31	220	-	-	-	-	-	-	6	-8	-	10	8	6
32	220	3	4	3	-4	5	-	-	-	-	-	-	-
33	380	-	-	-	-	-	-	15	-	8	6	6	-8
34	380	8	-6	15	-	6	8	-	-	-	-	-	-
35	220	-	-	-	-	-	-	6	-8	-	-15	15	-
36	127	6	-6	4	-4	4	6	-	-	-	-	-	-
37	380	-	-	-	-	-	-	9	-9	12	12	12	9
38	127	5	-5	8	-6	5	5	-	-	-	-	-	-
39	220	-	-	-	-	-	-	3	-4	4	-3	4	3
40	220	12	-9	9	-12	9	12	-	-	-	-	-	-
41	380	-	-	-	-	-	-	8	-6	6	8	8	6
42	127	3	-4	4	-3	4	3	-	-	-	-	-	-
43	220	-	-	-	-	-	-	12	-9	12	-12	12	9

44	220	10	-	6	-8	6	8	-	-	-	-	-	-
45	380	-	-	-	-	-	-	10	-	6	8	6	-8
46	220	-	-	-	-	-	-	6	-8	8	6	6	8
47	380	4	-3	3	-4	3	4	-	-	-	-	-	-
48	220	-	-	-	-	-	-	4	-3	3	-4	3	4
49	127	4	-4	6	-8	4	4	-	-	-	-	-	-
50	220	-	-	-	-	-	-	9	-12	9	-9	9	12