ГАОУ ВО «ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ НАРОДНОГО ХОЗЯЙСТВА»

Утверждены решением
Ученого совета ДГУНХ,
протокол № 9
от 24 марта 2025 г.

КАФЕДРА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

ПО ДИСЦИПЛИНЕ

«ЭЛЕКТРОТЕХНИКА»

НАПРАВЛЕНИЕ ПОДГОТОВКИ 10.03.01
ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ, ПРОФИЛЬ
«БЕЗОПАСНОСТЬ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ»

Уровень высшего образования - бакалавриат

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 00C5A9FA0FAD6D6153888A98846B419FD3
Владелец: Бучаев Ахмед Гамидович
Действителен: с 11.07.2024 до 04.10.2025

.

Махачкала – 2025

УДК 681.518(075.8)
ББК 32.81.73

Составитель – Мустафаев Арслан Гасанович, доктор технических наук, доцент, профессор кафедры «Информационные технологии и информационная безопасность» ДГУНХ.

Внутренний рецензент – Мамедшахов Махмуд Эхедович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Информационные технологии и информационная безопасность» ДГУНХ.

Внешний рецензент – Халидов Мирасилав Магомедович доктор физико-математических наук, профессор кафедры физики твердого тела Дагестанского государственного университета.

Представитель работодателя - Зайналов Джабраил Тажутдинович, директор регионального экспертно-аттестационного центра «Экспертиза».

Оценочные материалы по дисциплине «Электротехника» разработаны в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации от 17 ноября 2020 г., № 1427, в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 6.04.2021 г. № 245 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры»

Оценочные материалы по дисциплине «Электротехника» размещены на официальном сайте www.dgunh.ru

Мустафаев А.Г. Оценочные материалы по дисциплине «Электротехника» для направления подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, профиль «Безопасность автоматизированных систем». – Махачкала: ДГУНХ, 2025 г. – 67 с.

Рекомендованы к утверждению Учебно-методическим советом ДГУНХ 10 марта 2025 г.

Рекомендованы к утверждению руководителем основной профессиональной образовательной программы высшего образования – программы бакалавриата по направлению подготовки 10.03.01 Информационная безопасность, профиль «Безопасность автоматизированных систем», к.пед.н., Гасановой З.А.

Одобрены на заседании кафедры «Информационные технологии и информационная безопасность» 24 февраля 2025 г., протокол № 7.

СОДЕРЖАНИЕ

Назначение оценочных материалов……..4

РАЗДЕЛ 1. Перечень компетенций с указанием видов оценочных средств в процессе освоения дисциплины …..…….……5

1.1 Перечень формируемых компетенций……5

1.2 Перечень компетенций с указанием видов оценочных средств…….5

РАЗДЕЛ 2. Задания, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине……..8

РАЗДЕЛ 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания……..57

РАЗДЕЛ 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций…….61

Лист актуализации оценочных материалов по дисциплине……..67

Назначение оценочных материалов

Оценочные материалы для текущего контроля успеваемости (оценивания хода освоения дисциплин), для проведения промежуточной аттестации (оценивания промежуточных и окончательных результатов обучения по дисциплине) обучающихся по дисциплине «Электротехника» на соответствие их учебных достижений поэтапным требованиям образовательной программы высшего образования 10.03.01 Информационная безопасность, профиль «Безопасность автоматизированных систем»

Оценочные материалы по дисциплине «Электротехника» включают в себя: перечень компетенций с указанием видов оценочных средств в процессе освоения дисциплины; описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания; типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП; методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Оценочные материалы сформированы на основе ключевых принципов оценивания:

- валидности: объекты оценки должны соответствовать поставленным целям обучения;
- надежности: использование единообразных стандартов и критериев для оценивания достижений;
- объективности: разные обучающиеся должны иметь равные возможности для достижения успеха.

Основными параметрами и свойствами оценочных материалов являются:

- предметная направленность (соответствие предмету изучения конкретной дисциплины);
- содержание (состав и взаимосвязь структурных единиц, образующих содержание теоретической и практической составляющих дисциплины);
- объем (количественный состав оценочных материалов);
- качество оценочных материалов в целом, обеспечивающее получение объективных и достоверных результатов при проведении контроля с различными целями.

РАЗДЕЛ 1. ПЕРЕЧЕНЬ КОМПЕТЕНЦИЙ С УКАЗАНИЕМ ВИДОВ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ В ПРОЦЕССЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ФОРМИРОВАНИЯ

1.1 Перечень формируемых компетенций

код компетенции	формулировка компетенции
ОПК	**ОБЩЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫЕ КОМПЕТЕНЦИИ**
ОПК-4	Способен применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности;

1.2. Перечень компетенций с указанием видов оценочных средств

Формируемые компетенции	***Код и наименование индикатора достижения компетенции***	***Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций***	***Уровни освоения компетенций***	***Критерии оценивания сформированности компетенций***	***Виды оценочных средств***
ОПК-4 Способен применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности	ИОПК-4.2 Анализирует процессы, протекающие в линейных и нелинейных электрических цепях, с применением методов анализа в переходных и установившихся режимах в частотной и временной областях	**Знать:** - основные законы цепей электрического тока	Пороговый уровень	Обучающийся слабо (частично) знает основные законы цепей электрического тока	**Блок А –**задания репродуктивного уровня – вопросы для обсуждения;
			Базовый уровень	Обучающийся с незначительными ошибками и отдельными пробелами знает основные законы цепей электрического тока	
			Продвинутый уровень	Обучающийся с требуемой степенью полноты и точности знает основные законы цепей электрического тока	
		Уметь: - применять на практике	Пороговый уровень	Обучающийся слабо (частично) умеет применять	**Блок В** – задания

Формируемые компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций*	*Уровни освоения компетенций*	*Критерии оценивания сформированности компетенций*	*Виды оценочных средств*
		методы анализа электрических цепей - измерять основные физические параметры в электрических схемах		на практике методы анализа электрических цепей и измерять основные физические параметры в электрических схемах	реконструктивного уровня – задачи; – комплект тематик для рефератов и презентаций;
			Базовый уровень	Обучающийся с незначительными затруднениями умеет применять на практике методы анализа электрических цепей и измерять основные физические параметры в электрических схемах	
			Продвинутый уровень	Обучающийся умеет применять на практике методы анализа электрических цепей и измерять основные физические параметры в электрических схемах	
		<u>Владеть</u>: - навыками расчета и анализа электрических цепей - навыками	Пороговый уровень	Обучающийся слабо (частично) владеет навыками расчета и анализа электрических	**Блок С** – задания практико-ориентированного уровня – задачи;

Формируемые компетенции	*Код и наименование индикатора достижения компетенции*	*Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций*	*Уровни освоения компетенций*	*Критерии оценивания сформированности компетенций*	*Виды оценочных средств*
		определения основных физических параметров электрических схем		цепей и навыками определения основных физических параметров электрических схем	– лабораторные работы.
			Базовый уровень	Обучающийся с незначительными затруднениями владеет навыками расчета и анализа электрических цепей и навыками определения основных физических параметров электрических схем	
			Продвинутый уровень	Обучающийся свободно владеет навыками расчета и анализа электрических цепей и навыками определения основных физических параметров электрических схем	

РАЗДЕЛ 2. Задания, необходимые для оценки планируемых результатов обучения по дисциплине

Для проверки сформированности компетенции
ОПК-4. Способен применять необходимые физические законы и модели для решения задач профессиональной деятельности
ИОПК-4.2. Анализирует процессы, протекающие в линейных и нелинейных электрических цепях, с применением методов анализа в переходных и установившихся режимах в частотной и временной областях

Блок А. Задания репродуктивного уровня («знать»)

А1. Вопросы для обсуждения

1. Какое явление называется электрическим током?
2. Ток какой величины опасен для жизни?
3. Каково определение напряжения?
4. Что понимают под мощностью?
5. Какие идеальные источники энергии вы знаете?
6. Чем идеальные источники тока и ЭДС принципиально отличаются друг от друга?
7. Что учитывают приемные элементы схемы замещения?
8. Что понимают под ветвью электрической цепи?
9. Что понимают под контуром схемы замещения?
10. Сформулируйте первый закон Кирхгофа. Назовите правило знаков.
11. Сформулируйте второй закон Кирхгофа. Назовите правило знаков.
12. Какие электрические величины можно вычислить с помощью закона
13. Ома для активной ветви?
14. Для чего используют баланс мощностей?
15. Сформулируйте закон баланса мощностей.
16. Как определить, в каком режиме работает источник энергии?
17. Чему равно минимальное и достаточное число уравнений в системе, составленной по законам Кирхгофа?
18. Сколько уравнений составляют по первому закону Кирхгофа?
19. Чему равно число уравнений в системе для определения потенциалов
20. узлов?
21. Что назвали узловым током?
22. Для расчета каких схем метод эквивалентных преобразований можно
23. использовать как самостоятельный?
24. На чем основан расчет методом наложения?
25. На сколько подсхем делят исходную схему?
26. Каким методом вычисляют токи в подсхемах?
27. Как находят токи в исходной схеме?
28. Чем метод эквивалентного генератора отличается от всех остальных

29. методов расчетов?
30. В чем суть метода эквивалентного генератора?
31. Чему равна ЭДС эквивалентного генератора?
32. Чему равно сопротивление эквивалентного генератора?
33. В чем преимущества переменного тока?
34. Почему выбрали синусоидальную форму изменения тока и напряжения?
35. В какую сторону от начала координат смещена синусоида при положительной начальной фазе?
36. Какой физический смысл имеет угловая циклическая частота?
37. Какой буквой обозначают угол сдвига фаз напряжения и тока?
38. Какие формулы записи комплексных чисел вы знаете?
39. Что характеризуют модуль и аргумент комплекса?
40. Что понимают под действующим значением переменного тока?
41. Как связаны максимальное и действующее значения синусоидальных электрических величин?
42. Какой практический смысл имеет изображение синусоидальных величин с помощью векторов?
43. Какой практический смысл имеет представление синусоидальных величин с использованием комплексных чисел?
44. В чем заключаются преимущества изображения синусоидальных величин с помощью комплексов по сравнению с их векторным представлением?
45. Что представляют собой векторные диаграммы?
46. Какие явления учитывает идеальный резистор?
47. Каковы фазные соотношения тока и напряжения резистора?
48. Что вы знаете о мгновенной мощности резистивного элемента?
49. Что назвали активной мощностью?
50. Каковы фазные соотношения тока и напряжения идеальной индуктивной катушки?
51. Что вы знаете о мгновенной мощности индуктивного элемента?
52. Каковы фазные соотношения тока и напряжения идеального конденсатора?
53. Что вам известно о мгновенной мощности емкостного элемента?
54. В чем сущность реактивных сопротивлений?
55. Какой из элементов: резистор, катушку индуктивности или конденсатор – можно использовать в качестве шунта для наблюдения за формой тока?
56. Почему катушки индуктивности и конденсаторы не используются в цепях постоянного тока?

С1. Вопросы для обсуждения

57. Для каких значений электрических величин выполняются законы Кирхгофа?
58. Что является модулем комплексного сопротивления?
59. Что является аргументом комплексного сопротивления?
60. Как связаны между собой активное, реактивное и комплексное сопротивления?
61. Как вычислить полное сопротивление схемы?

62. От чего зависит угол между векторами напряжения и тока?
63. Какую энергию характеризует активная мощность?
64. Какую энергию характеризует реактивная мощность?
65. В каких единицах измеряют активную, реактивную и полную мощности?
66. Каково условие резонанса напряжений?
67. Каково значение резонанса напряжений?
68. Что является модулем комплексной проводимости?
69. Как связаны между собой активная, реактивная и комплексная проводимости?
70. Как вычислить полную проводимость схемы?
71. Каков порядок построение векторной диаграммы?
72. Каково условие резонанса токов?
73. Для чего применяют режим резонанса токов?
74. Чем отличается расчет цепей синусоидального тока от цепей постоянного тока?
75. Каков алгоритм построения векторной диаграммы для схемы с двумя узлами и одним источником энергии?
76. Что понимают под коэффициентом мощности?
77. Пути улучшения коэффициента мощности?
78. Что назвали явлением взаимоиндукции?
79. Что назвали взаимной индуктивностью?
80. Чему равно сопротивление взаимной индукции?
81. Какое включение индуктивно связанных катушек называют согласным, какое – встречным?
82. Чему равно реактивное сопротивление двух индуктивно связанных катушек при согласном и встречном включениях?
83. Какие методы расчета можно применять при наличии взаимной индуктивности?
84. Что назвали развязкой магнитных связей?
85. Каково правило развязки магнитных связей?
86. Какие элементы называются индуктивно связанными?
87. Что такое коэффициент связи, и в каких пределах он изменяется?
88. Как влияют индуктивно связанные элементы на баланс мощностей?
89. Преимущества трехфазных цепей.
90. Как получают соединение фаз обмоток генератора звездой и треугольником?
91. Какие напряжение называют фазными, какие – линейными?
92. Каково соотношение фазных и линейных напряжений при соединении фаз звездой и треугольником?
93. Какие трехфазные приемники называют симметричными?
94. Какой принцип действия у трехфазного генератора?
95. Какие системы обладают свойством уравновешенности, в чем оно выражается?
96. Какие существуют схемы соединения в трехфазных цепях?

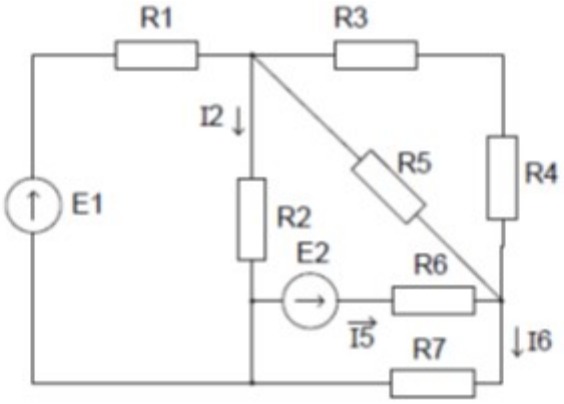
97. Какие соотношения между фазными и линейными величинами имеют место при соединении в звезду и в треугольник?
98. По каким законам вычисляют токи при соединении фаз приемника треугольником?
99. Чему равно напряжение на фазе приемника при соединении его треугольником?
100. Каков порядок построения векторно-топографической диаграммы при соединении фаз приемника треугольником?
101. Каково соотношение фазного и линейного токов при симметричном приемнике, соединенном треугольником?
102. Каким методом рассчитывают токи при соединении звездой трехпроводной?
103. Что назвали напряжением смещения нейтрали?
104. Каков порядок построения векторно-топографической диаграммы при несимметричном приемнике?
105. Чему равно напряжение на фазе симметричного приемника при соединении звездой трехпроводной?
106. Чему равно напряжение на фазе приемника при соединении звездой четырехпроводной с нейтральным проводом без сопротивления?
107. Как вычислить ток в нейтральном проводе?
108. Каков алгоритм построения векторно-топографической диаграмм при соединении звездой четырехпроводной с нейтральным проводом без сопротивления?
109. Какие мощности различают в трехфазных цепях?
110. Какие способы измерения активной мощности вы знаете?
111. В каких цепях для измерения активной мощности применяют метод двух ваттметров?
112. Каковы причины возникновения несинусоидальных периодических токов и напряжений?
113. Чему равно действующее значение несинусоидальной периодической функции?
114. Что называют практической синусоидой?
115. Что называют эквивалентной синусоидой?
116. Как вычисляют активную, реактивную и полную мощности в цепях с несинусоидальными периодическими воздействиями?
117. Какой метод используют для расчета цепей при несинусоидальных периодических воздействиях?
118. Какие величины и коэффициенты характеризуют периодические несинусоидальные переменные?
119. Достаточно ли для определения величины полной мощности в цепи несинусоидального тока наличие информации об активной и реактивной мощностях?

120. Для каких цепей справедлива методика расчета цепей несинусоидального тока, основанная на разложении ЭДС и токов источников в ряды Фурье?
121. Что называют магнитной цепью?
122. Что называют магнитной постоянной?
123. В каких единицах измеряют магнитную индукцию?
124. Какая зависимость связывает магнитную индукцию и напряженность магнитного поля?
125. Что называют основной кривой намагничивания?
126. Что назвали магнитным потоком и в каких единицах его измеряют?
127. Что называют магнитодвижущей силой и в каких единицах ее измеряют?
128. Какие основные законы магнитных цепей вы знаете?
129. Назовите величины – аналоги в электрических и магнитных цепях.
130. Чем отличаются друг от друга участки, на которые делят магнитную цепь?
131. Как определить напряженность магнитного поля для ферромагнитных участков?
132. Как определить напряженность магнитного поля в воздушном зазоре?
133. Что является аналогом вольт-амперной характеристики в магнитных цепях?
134. Какие способы решения обратной задачи вы знаете? Для каких магнитных цепей рационально применять каждый из способов?
135. В каких магнитных цепях направления H и B противоположны?
136. Каким способом рационально делать расчет цепи постоянного магнита?
137. Чем катушка с ферромагнитным сердечником принципиально отличается от катушки без сердечника?
138. Каково фазное соотношение между ЭДС и создавшим ее магнитным потоком?
139. Что называют потерями в меди и потерями в стали?
140. По каким причинам сердечник греется?
141. Как уменьшают потери от вихревых токов?
142. Как меняется ток в катушке с ферромагнитным сердечником?
143. Какие особенности имеет ряд Фурье, полученный при разложении кривой тока?
144. Чем отличаются кривые тока при учете потерь на гистерезис и при пренебрежении ими?

Блок В. Задания реконструктивного уровня («уметь»)

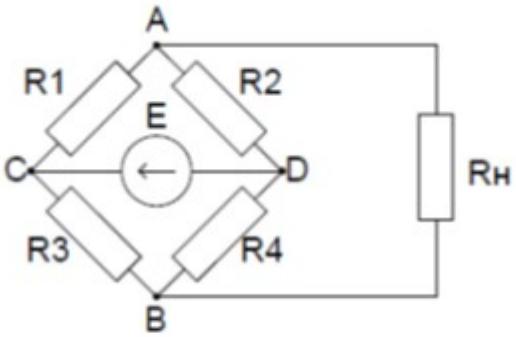
В1. Задачи для решения

Задача 1



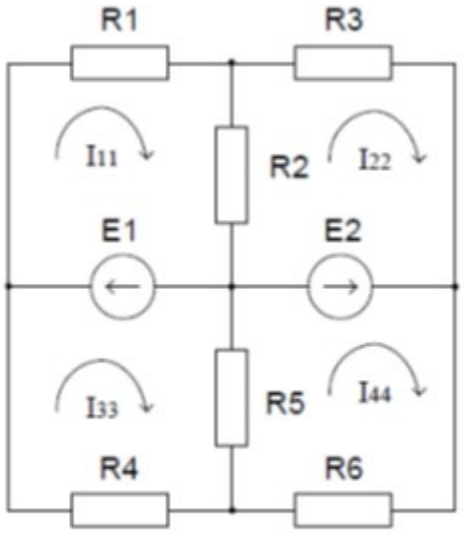
Условие задачи: *R_1 = 4 Ом, R_3 = R_4 = R_5 = 3 Ом, R_6 = 1 Ом, R_7 = 4 Ом, I_2 = 5 А, I_5 = 1 А, I_6 = 2 А. Найти E_1, E_2, R_2.*

Задача 2



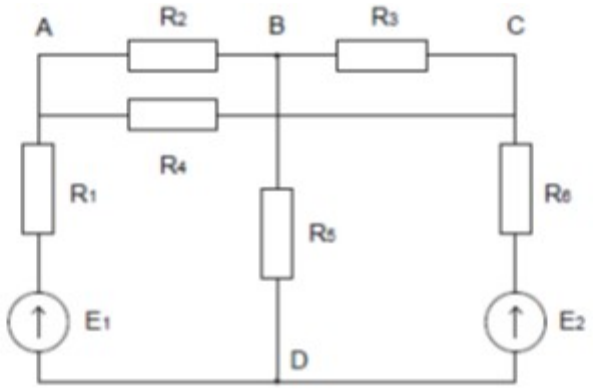
Условие задачи: *R_1 = 5.2 Ом, R_2 = 7.1 Ом, R_3 = 10.9 Ом, R_4 = 19.6 Ом, E = 100 В. Найти величину сопротивления нагрузки $R_н$, при которой будет выполняться условие максимального согласования. Найти мощность, выделяемую в нагрузке.*

Задача 3



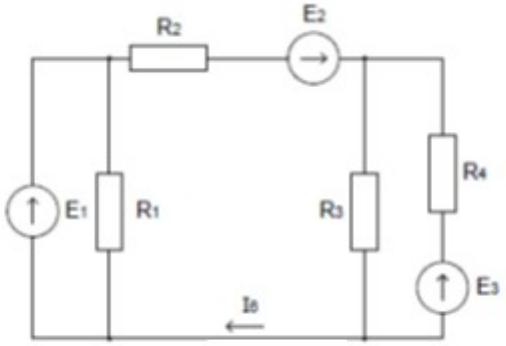
Условие задачи: *E_1=20 В, E_2=10 В, R_1=5 Ом, R_2=4 Ом, R_3=2 Ом, R_4=5 Ом, R_5=3 Ом, R_6 = 4 Ом. Найти контурные токи цепи.*

Задача 4



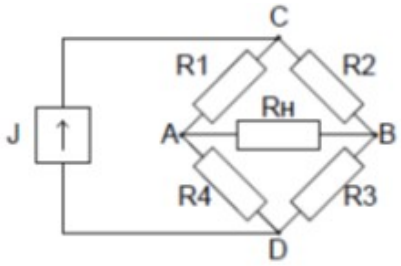
Условие задачи: *U_{AD} = 9В, U_{CD} = 6В, $R_1 = R_4 = R_6$ = 3 Ом, $R_2 = R_3 = R_5$ =1 Ом. Найти величины ЭДС E_1, E_2. Вычислить мощности P_1 и P_2, отдаваемые источниками в цепь.*

Задача 5



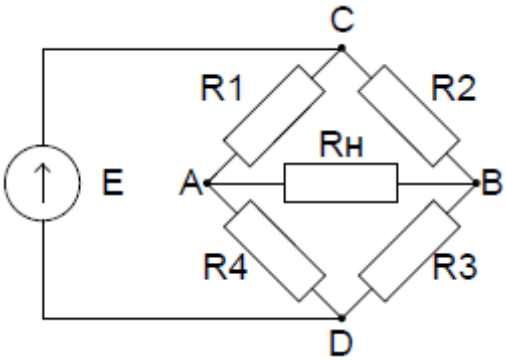
Условие задачи: *E_1 = 15В, E_2 = 5В, E_3 = 20В, $R_1 = R_2$ = 10 Ом, $R_3 = R_4$ = 20 Ом, найти ток I_6. Решить задачу методом контурных токов и методом эквивалентного генератора.*

Задача 6



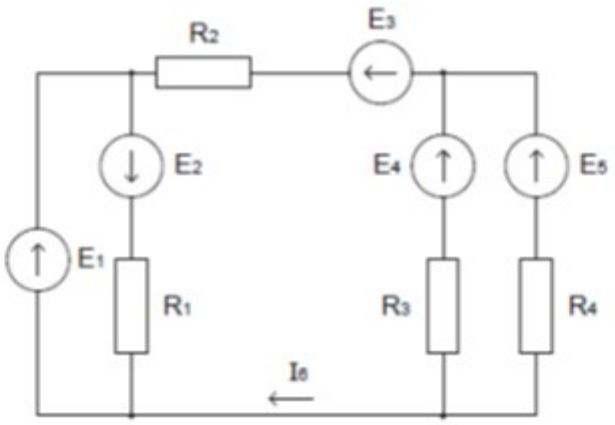
Условие задачи: *J = 5А, $R_1 = R_3$ = 2 Ом, $R_2 = R_4$ = 4 Ом, R_H = 2 Ом. Найти напряжение U_{AB}.*

Задача 7



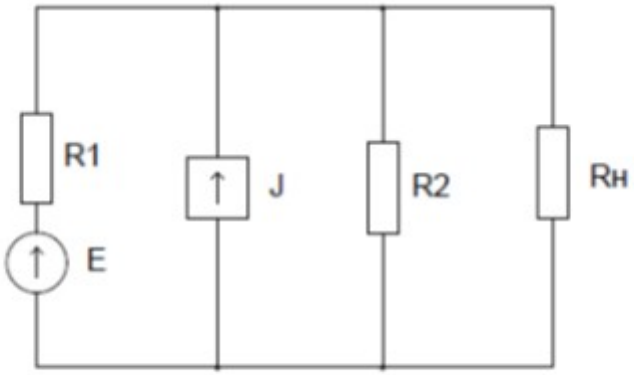
Условие задачи: *E = 5В, $R_1 = R_3$ = 2 Ом, $R_2 = R_4$ = 4 Ом, R_H = 2 Ом. Найти напряжение U_{AB}.*

Задача 8



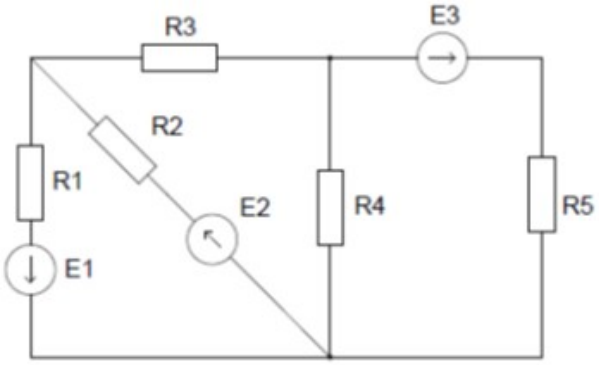
Условие задачи: *$E_1 = E_2 = 3В$, $E_3 = 7В$, $E_4 = 4В$, $E_5 = 6В$, $R_1 = 4$ Ом, $R_2 = R_3 = R_4 = 2$ Ом, найти ток I_6.*

Задача 9



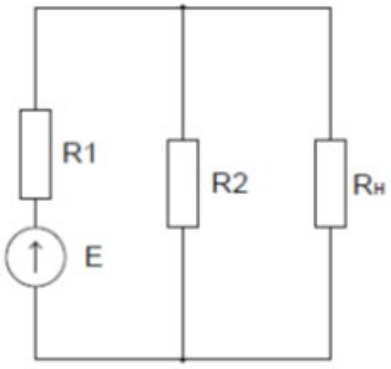
Условие задачи: *$J = 5А$, $E=5В$. $R_1 = R_2 = 2$ Ом, $R_н = 4$ Ом. Найти напряжение $U_н$.*

Задача 10



Условие задачи: *$R_1 = 4$ Ом, $R_2 = 1$ Ом, $R_3 = R_4 = 3$ Ом, $R_5 = 2$ Ом, $E_1 = E_2 = 5В$. Найти токи в цепях. Решить задачу двумя методами: контурных токов и узловых потенциалов.*

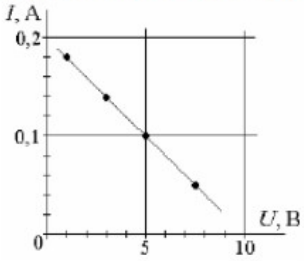
Задача 11



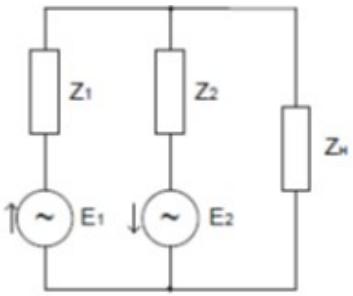
Условие задачи: *Найти условия оптимального согласования нагрузки с цепью, содержащей E, R_1 и R_2. $R_1=R_2=R$. Найти мощность, выделяемую в нагрузке $R_н$. Найти КПД цепи.*

Задача 12

Опытным путем был получен участок зависимости тока *I* в активном двухполюснике от напряжения *U* на входе этого двухполюсника (рис.). Определить параметры схемы замещения этого двухполюсника для схемы: а) с источником эдс; б) с источником тока.

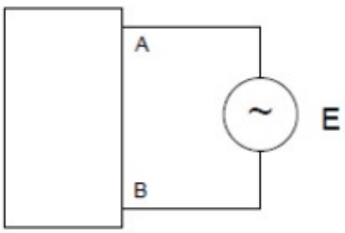


Задача 13



Условие задачи: *$E_1 = 400В$, $E_2 = 200\, e^{j45^\circ}В$, $Z_1 = Z_2 = 8 + j4$, $Z_H = 12 + j16$. Определить параметры эквивалентного генератора $E_{ЭКВ}$, $Z_{ЭКВ}$, I_H, S_H, Q_H, P_H. Показать векторы токов и напряжений на комплексной плоскости.*

Задача 14



Условие задачи: *Приборы, подключенные к пассивному двухполюснику AB, показали: $|U| =$ 100В, $|I| = 2А$, $P = 160Вт$. Определить эквивалентные параметры двухполюсника.*

Задача 15

Заданы мгновенные значения токов $i_1=12\sin(314t-60^\circ)$, $i_2=8\sin(314t-150^\circ)$, $i_3=10\cos(314t+30^\circ)$. Построить векторную диаграмму токов, а также графики их мгновенных значений (волновую диаграмму).

Задача 16

Определить, чему равны период и угловая частота синусоидального тока при частоте 50 Гц.

Задача 17

Построить векторные диаграммы синусоидальных ЭДС

$$e_1 = E_{1m}\sin(\omega t + \psi_1);\ \ e_2 = E_{2m}\sin(\omega t + \psi_2)$$

для следующих вариантов их расположения относительно положительного направления оси абсцисс в начальный момент времени при неизменном в обоих вариантах сдвиге фаз между ними:

а) при $t = 0$ фаза $\psi_1 = 30°$, а фаза $\psi_2 = -60°$;

б) при $t = 0$ ЭДС $e_2\,(0) = 0$.

Составить уравнения мгновенных значений для обоих вариантов.

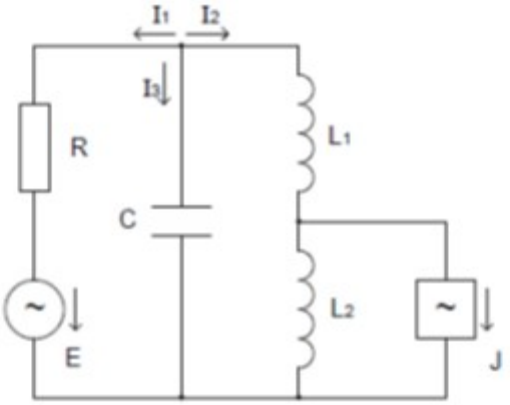
Задача 18

Нагревательный прибор мощностью 1 кВт включен в сеть переменного тока с напряжением $u = 220\sqrt{2}\sin(314t + \pi/2)$. Написать уравнение тока, протекающего в этой цепи. Найти сопротивление цепи и действующее значение тока.

Задача 19

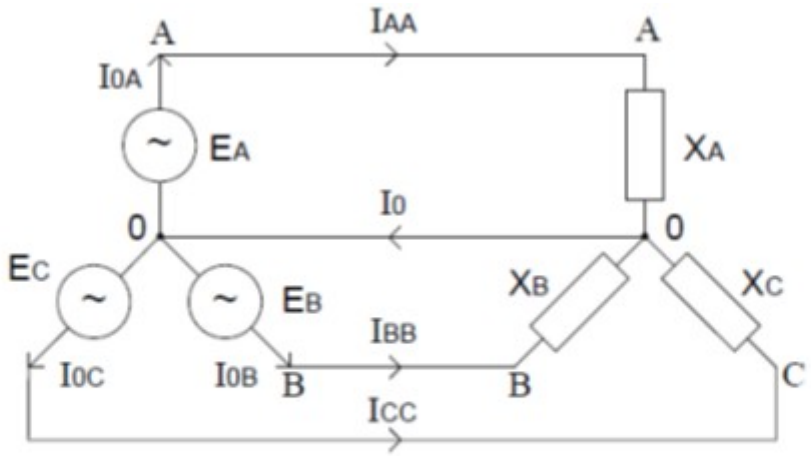
Найти временной сдвиг двух синусоидальных токов, изменяющихся с частотой 50 Гц, если ему соответствует фазовый сдвиг в 90°.

Задача 20



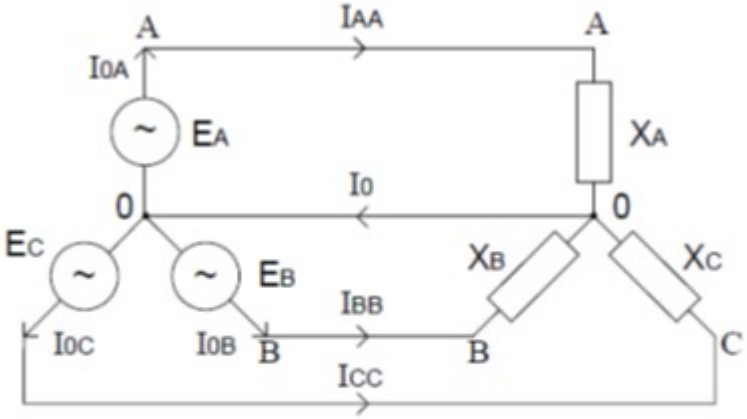
Условие задачи: *$E = 10В$, $J = 2\,e^{j90^\circ}A$, $R = 10$ Ом, $X_C = -j10$ Ом, $X_{L1} = X_{L2} = j5$ Ом. Найти токи I_1, I_2, I_3. Показать векторы токов на комплексной плоскости.*

Задача 21



Условие задачи: *$E_A = 220$ В, $E_B = 220\, e^{j120^\circ}$ В, $E_C = 220\, e^{j240^\circ}$ В, $R_A = R_B = 22$ Ом, $X_C = j22$ Ом. Найти токи I_{AA}, I_{BB}, I_{CC} в линейных проводах, и ток I_0 в нулевом проводе 00. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.*

Задача 22



Условие задачи: *$E_A = 220$ В, $E_B = 220\, e^{j120^\circ}$ В, $E_C = 220\, e^{j240^\circ}$ В, $X_A = X_B = X_C = j22$ Ом. Найти токи I_{AA}, I_{BB}, I_{CC} в линейных проводах, и ток I_0 в нулевом проводе 00.. Построить векторную диаграмму токов и напряжений.*

Задача 23

К источнику с $U = 250$ В и $f = 50$ Гц подключены последовательно реостат R с активным сопротивлением $R = 40$ Ом и конденсатор C с емкостью $C = 106{,}16$ мкФ.

Вычислить ток в цепи, падения напряжения на активном сопротивлении и на конденсаторе, коэффициент мощности, активную, реактивную и полную мощности цепи.

Задача 24

1) Емкостное сопротивление конденсатора на частоте 400 Гц составляет 500 Ом. Какова емкость конденсатора?

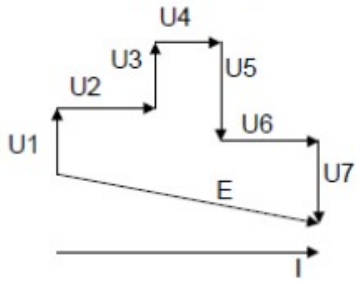
2) В катушке, подключенной к источнику переменного напряжения 380 В, 50 Гц, установился ток 0.2А. Найти индуктивность катушки. Омическим сопротивлением пренебречь.

Задача 25

К источнику напряжения u = 200*sin(1000*t) подключена катушка, ток в которой описывается выражением: i = 11*sin(1000*t - 57°). Найти индуктивность и активное сопротивление катушки.

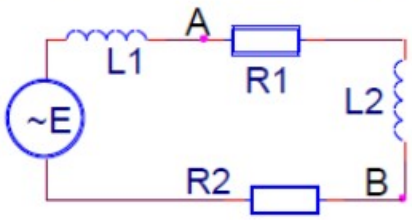
Задача 26

Составить принципиальную схему, векторная диаграмма которой изображена на чертеже.



Задача 27

На схеме Е – источник переменного напряжения 220 В, 50 Гц. Значения компонентов: R1=200 Ом, R2=300 Ом, L1=0.5 Гн, L2=0.1 Гн. Построить векторную диаграмму напряжений, найти модуль тока в цепи и модуль напряжения между точками А и В.



Задача 28

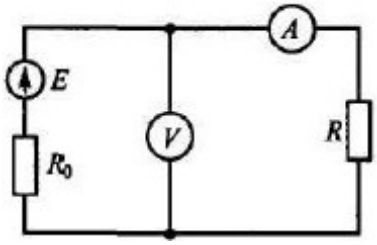
Определить ЭДС и напряжение на зажимах щелочной аккумуляторной батареи, если известно, что внутреннее сопротивление батареи 0,08 Ом, сопротивление внешней цепи 1 Ом и величина тока в цепи 23 А.

Задача 29

Нагревательный прибор, обладающий сопротивлением 50 Ом, присоединен к сети напряжением 120 В. Определить ток, протекающий через прибор.

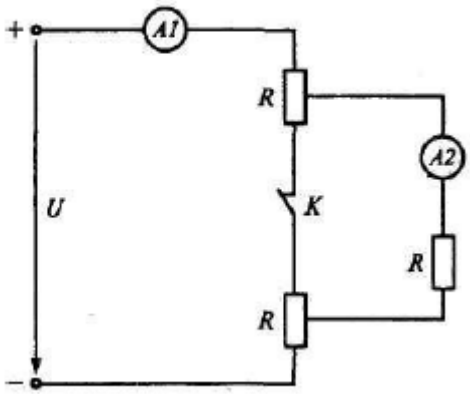
Задача 30

Каково внутреннее сопротивление R0 источника ЭДС на рис., если при токе 5 А вольтметр показывает 48 В, а при токе 10 А – 46 В?



Задача 31

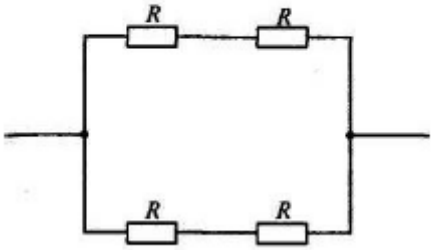
Изменятся ли показания приборов А1 и А2 после размыкания ключа К в цепи на рис.?



1. I_1 не изменится, I_2 увеличится.
2. I_1 увеличится, I_2 уменьшится.
3. I_1, I_2 не изменятся.
4. I_1 уменьшится, I_2 увеличится.

Задача 32

Каково эквивалентное сопротивление цепи, показанной на рис., если все резисторы в ней имеют одинаковой сопротивление R?



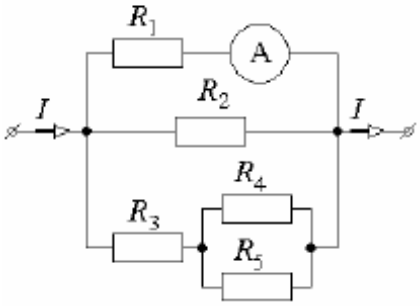
1. $R_э = 2R$.
2. $R_э = R$.
3. $R_э = 4R$.
4. $R_э = R/2$.
5. $R_э = R/4$.

Задача 33

Источник ЭДС включен на сопротивление 10 Ом и дает ток 3 А. Если его включить на сопротивление 20 Ом, то ток будет 1,6 А. Найти ЭДС и внутреннее сопротивление источника.

Задача 34

Амперметр включен в участок цепи (рис.) и показывает 0,5 А. Найти ток I4 в сопротивлении R4, если R1=R4=2 Ом, R2=4 Ом, R3=R5=1 Ом.



Задача 35

Определить количество электричества, прошедшее через поперечное сечение проводника за 5 мин, если в течение этого времени в нем поддерживалась сила тока, равная 2 А.

Задача 36

Для линии электропередачи использовали алюминиевый провод сечение 95 мм^2 и длиной 120 км. Определить сопротивление линии при 20 °С.

Задача 37

Определить, сколько потребуется метров никелиной проволоки диаметром 0,05 мм для изготовления катушки сопротивлением 10^5 Ом.

Задача 38

Расход приемником электроэнергии за 5 суток непрерывной работы при напряжении 220 В составил 25 кВт*ч. Определить силу тока и сопротивление приемника.

Задача 39

Механическая мощность электродвигателя постоянного тока 10 кВт при напряжении 220 В и КПД 80%. Определить электрическую мощность и силу тока двигателя.

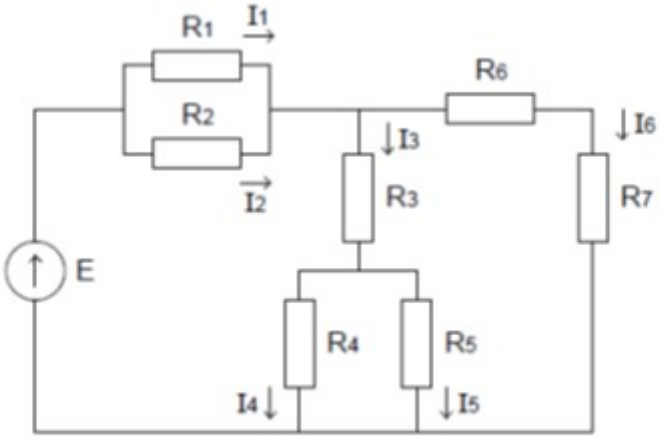
Задача 40

Максимальная полезная мощность источника энергии составляет 200 Вт, а его ЭДС 100 В. Определить сопротивление приемника и силу тока в цепи.

Задача 41

Как нужно соединить три сопротивления и выбрать их отношение, чтобы при питании от одного источника отношение напряжений на этих сопротивлениях было 1:2:3?

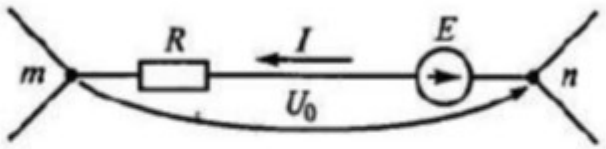
Задача 42



Условие задачи: *R_1 = 6 Ом, R_2 = 3 Ом, R_3 = R_4 = R_5 =4 Ом, R_6 = 2 Ом, R_7 = 4 Ом, E = 25 В. Найти величину токов через все резисторы.*

Задача 43

Для заданной на рис. ветви *mn* цепи постоянного тока составить уравнение по второму закону Кирхгофа и указать правильное выражение для определения тока *I* в этой ветви.

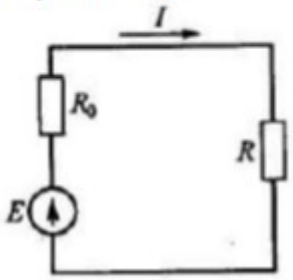


1. $I = \frac{U_0}{R}$. 2. $I = \frac{E}{R}$. 3. $I = \frac{E - U_0}{R}$. 4. $I = \frac{-E - U_0}{R}$.

5. $I = \frac{E + U_0}{R}$.

Задача 44

Для приведенного на рис. контура составить уравнение баланса мощностей и указать, какое из приведенных уравнений правильное.



1. $EI = I^2R - I^2R_0$.

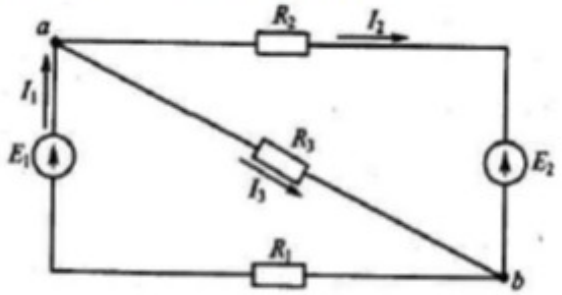
2. $EI = I^2R_0 - I^2R$.

3. $EI = -I^2R - I^2R_0$.

4. $EI = I^2R + I^2R_0$.

Задача 45

Какая из приведенных систем уравнений позволяет найти токи I_1, I_2 и I_3 в схеме, показанной на рис. ?



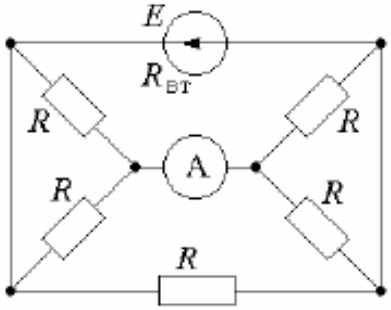
1. $I_1 - I_2 - I_3 = 0$;
$E_1 = I_1R_1 + I_3R_3$;
$E_2 = -I_2R_2 + I_3R_3$.

2. $I_1 = I_2 + I_3$;
$E_1 = I_1R_1 + I_3R_3$;
$-I_1 + I_2 + I_3 = 0$.

3. $E_1 = I_1R_1 + I_3R_3$;
$E_2 = -I_2R_2 + I_3R_3$;
$E_1 - E_2 = I_1R_1 + I_2R_2$.

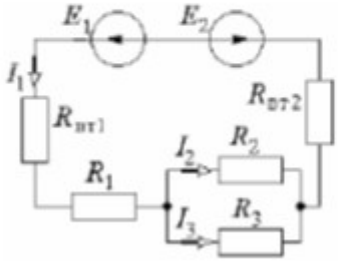
Задача 46

Определить показания амперметра в электрической цепи, изображенной на рис. Дано: E=4 В, Rвт= 1 Ом, R= 2 Ом.



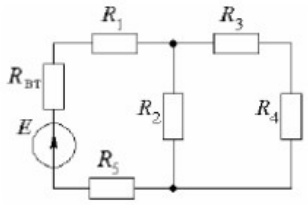
Задача 47

Определить токи I_1, I_2, I_3, построить потенциальную диаграмму для внешнего контура электрической цепи и составить баланс мощностей, если сопротивления резисторов: R_1 = 6 Ом; R_2 = R_3 = = 4 Ом. Электродвижущая сила источников питания: E_1 = 22 В, E_2 = 2 В; внутренние сопротивления источников эдс: $R_{вт1} = R_{вт2}$ = 1 Ом.



Задача 48

Для схемы заданы: R_1 = 2 Ом; R_2 = 30 Ом; R_3 = = 12 Ом; R_4 = 8 Ом; R_5 = 1,5 Ом; E = 160 В; $R_{вт}$ = 0,5 Ом. Определить токи во всех элементах схемы и кпд источника.



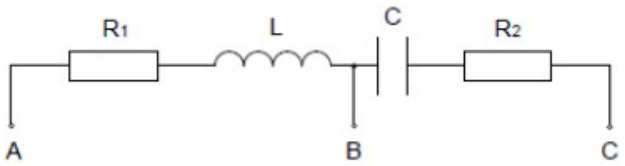
B2. Тематика рефератов и презентаций

1. Генераторы постоянного и переменного тока
2. Явления резонанса в цепях переменного тока
3. Устройство и применение синхронных двигателей переменного тока
4. Устройство и применение двигателей постоянного тока
5. Электрические цепи постоянного тока.
6. Источники ЭДС и источники тока.
7. Развитие представлений о электричестве
8. Электробезопасность при эксплуатации бытовых приборов
9. Электроизмерительные устройства. Виды, принципы работы.
10. Использование явления взаимоиндукции в электротехнических устройствах
11. Виды и применение трансформаторов
12. Расчет нелинейных цепей методами эквивалентных преобразований
13. Программные продукты для моделирования и исследования электрических цепей и устройств

Блок С. Задания практикоориентированного уровня для диагностирования сформированности компетенций («владеть»)

C1. Задачи для решения

Задача 1



Условие задачи: $I = 2e^{j45^\circ}$, $R_1 = R_2 = 2$ *Ом*, $X_L = j2$ *Ом*, $X_C = -j2$ *Ом. Найти напряжения* U_{AB}, U_{BC}, U_{AC}. *Найти мощности* S_{AC}, Q_{AC}, P_{AC}.

Задача 2

К источнику с напряжением $U = U_m \times \sin \omega t$, действующее значение которого 120 В и частота $f = 50$ Гц, подключена катушка с активным сопротивлением $R = 40$ Ом и коэффициентом мощности $\cos \varphi = 0{,}8$.

Найти ток в катушке, активную и индуктивную составляющие напряжения, активную, реактивную и полную мощности, поглощаемые катушкой. Написать уравнение мгновенных значений тока и построить треугольник мощностей.

Задача 3

По катушке с $R = 15{,}2$ Ом и $L = 41{,}4$ мГн проходит ток, мгновенное значение которого $i = 15{,}5 \times \sin 314t$.

Определить действующее значение и написать уравнение напряжения, приложенного к зажимам катушки. Найти активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить треугольник сопротивлений.

Задача 4

По цепи, состоящей из реостата с $R = 24$ Ом и конденсатора с $C = 99{,}5$ мкФ, проходит ток $i = 7{,}05 \times \sin 314t$.

Вычислить действующее значение и написать уравнение напряжения, приложенного к зажимам цепи. Найти активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить треугольник сопротивлений.

Задача 5

К зажимам цепи, состоящей из реостата и конденсатора, приложено напряжение $U = 112{,}8 \times \sin(314t + 36°50')$ В. По катушке проходит ток $i = 5{,}64 \times \sin 314t$ А.

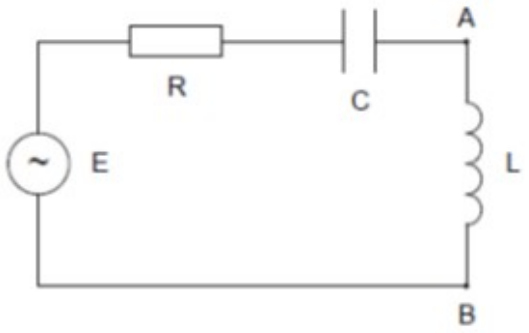
Найти сопротивление реостата, емкость конденсатора, коэффициент мощности, напряжения на реостате и на конденсаторе, активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить треугольник напряжений.

Задача 6

К источнику с $U = 220$ В и $f = 50$ Гц подключены последовательно $R = 20$ Ом, $L = 0, 2548$ Гн и $C = 39, 8$ мкФ.

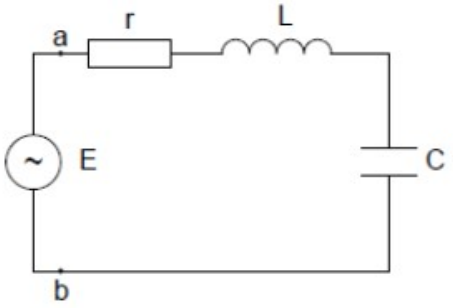
Найти: ток в цепи; активную, индуктивную и емкостную составляющие напряжения; коэффициент мощности цепи; активную, реактивную и полную мощности цепи. Построить векторную диаграмму напряжений и тока. В каком режиме работает цепь?

Задача 7



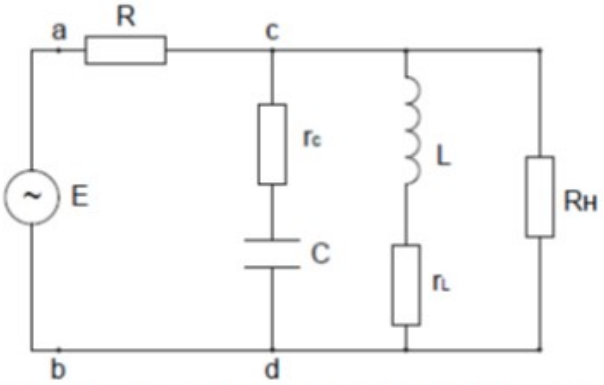
Условие задачи: *R = 10 Ом, ω = 10^3, R_{AB} = 10^3 Ом. В схеме последовательного резонанса найти такие L и C, чтобы обеспечить резонансную частоту ω = 10^3, найти Q, 2Δω, ρ*

Задача 8



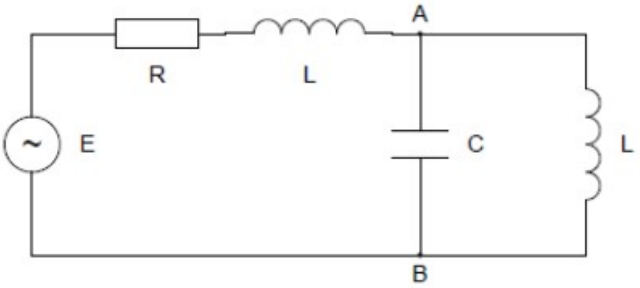
Условие задачи: *Найти эквивалентное сопротивление между точками* ***a*** *и* ***b*** *при резонансе.*

Задача 9



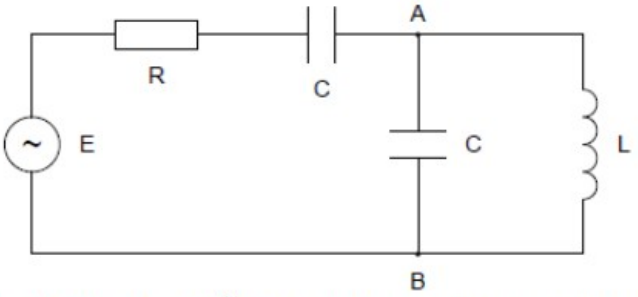
Условие задачи: *Найти эквивалентное сопротивление между точками* ***a*** *и* ***b*** *при резонансе.*

Задача 10



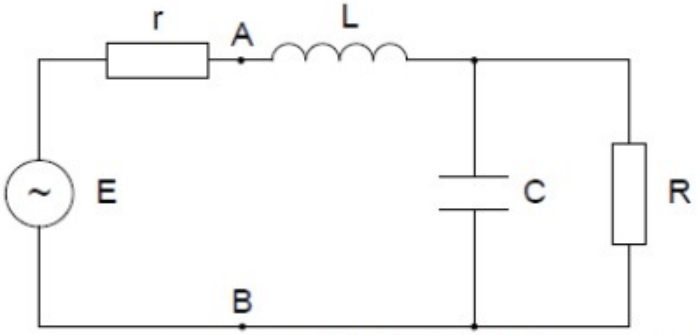
Условие задачи: *R = 20 Ом, C = 10^{-6}Ф, L = 2 Гн. Найти частоты последовательного и параллельного резонансов. Для последовательного резонанса найти волновое сопротивление и добротность.*

Задача 11



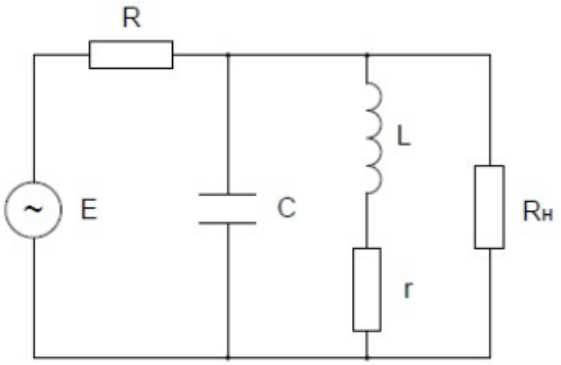
Условие задачи: *R = 20 Ом, C = 10^{-6}Ф, L = 2 Гн. Найти частоты последовательного и параллельного резонансов. Для последовательного резонанса найти волновое сопротивление и добротность.*

Задача 12



Условие задачи: *R = 1 кОм, r = 10 Ом, L = 10^{-3} Гн, C = 10^{-6}Ф, E = 310 sin(ωt). Найти мощность, выделяемую на R и r при резонансе.*

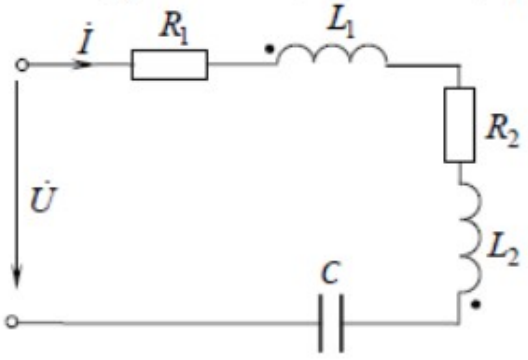
Задача 13



Условие задачи: *Найти условия оптимального согласования нагрузки с резонансным контуром. Найти мощность, выделяемую в нагрузке $R_н$. R = 1кОм, r = 10 Ом, L = 10^{-3} Гн, C = 10^{-6} Ф, E = 310 sin(ωt).*

Задача 14

Вычислить емкость конденсатора C и ток I в схеме рис. ____, если $R_1 = R_2 = 10$ Ом, $L_1 = L_2 = 15$ мГн, $M = 5$ мГн, $f = 500$ Гц, $U = 120$ В, $\varphi = 0$. Построить векторную диаграмму.

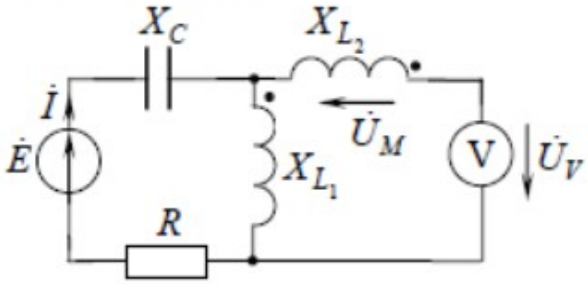


Задача 15

Определить величину взаимной индуктивности M двух катушек, включенных последовательно под напряжение $U = 50$ В частотой $f = 50$ Гц, если при согласном включении ток $I_c = 1$ А, при встречном $I_в = 2$ А. Ваттметр при согласном включении показывает мощность $P_c = 15$ Вт.

Задача 16

Вычислить показания вольтметра в схеме рис. , если $E = 100$ В, $R = X_C = X_{L_1} = X_{L_2} = 10$ Ом, $X_M = 5$ Ом, $R_V \to \infty$.



Задача 17

Две индуктивно связанные катушки соединены между собой параллельно и подключены к сети переменного тока напряжением 120 В. Активным сопротивлением катушек пренебрегаем. При согласном включении токи в катушках были равны: $I_1 = 0$, $I_2 = 6$ А. При встречном включении ток во второй катушке в 2,5 раза больше тока в первой.

Определить коэффициент связи между катушками и ток в неразветвленной части схемы при встречном включении катушек.

Задача 18

В трехфазную сеть с линейным напряжением $U_Л = 220$ В включены три одинаковых приемника энергии, соединенные звездой. Сопротивления приемников $R = 6$ и $X_L = 8$ Ом.

Определить фазные и линейные токи, мощности трехфазной нагрузки, построить топографическую диаграмму.

Задача 19

К трехфазному источнику с $U_Л = 400$ В подключены три одинаковых приемника, соединенные звездой и имеющие сопротивления $R = 5$ и $X_L = 15$ Ом.

Определить фазные и линейные токи, мощности трехфазной цепи. Построить топографическую диаграмму.

Задача 20

К трехфазной сети с $U_Л = 380$ В подключен трехфазный асинхронный двигатель с номинальной активной мощностью (на валу) $P_{ном} = 14$ кВт, коэффициентом мощности $cos\varphi = 0{,}89$ и коэффициентом полезного действия $\eta = 90$ %. Обмотки двигателя соединены звездой.

Вычислить токи в фазах двигателя, параметры обмоток фаз. Построить топографическую диаграмму.

Задача 21

В трехфазную сеть с $U_Л = 220$ В включен трехфазный синхронный двигатель, обмотки которого соединены звездой. Показание амперметра в линейном проводе $I_Л = 29{,}8$ А, cosφ = 0,88. Найти фазное напряжение, параметры обмоток фаз двигателя, активную, реактивную и полную мощности асинхронного двигателя. Построить топографическую диаграмму.

Задача 22

К трехфазной сети с $U_Л = 660$ В подключены три одинаковых приемника энергии, соединенные треугольником и имеющие сопротивления $R = 32$ и $X_L = 24$ Ом.

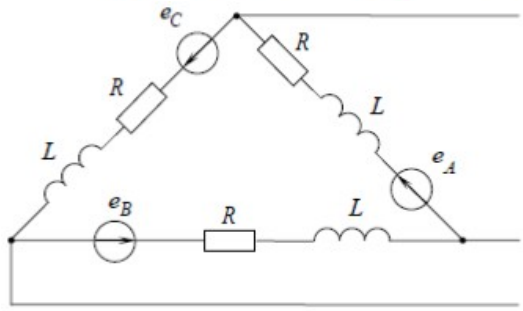
Определить фазные и линейные токи, мощности трехфазной цепи. Построить топографическую диаграмму.

Задача 23

В обмотке генератора наводится несинусоидальная ЭДС, разложенная в ряд Фурье: $e_ф = 160\sin\omega t + 80\sin 3\omega t + 20\sin 5\omega t$ В. Вычислить фазные и линейные напряжения при соединении фаз обмоток генератора звездой и треугольником.

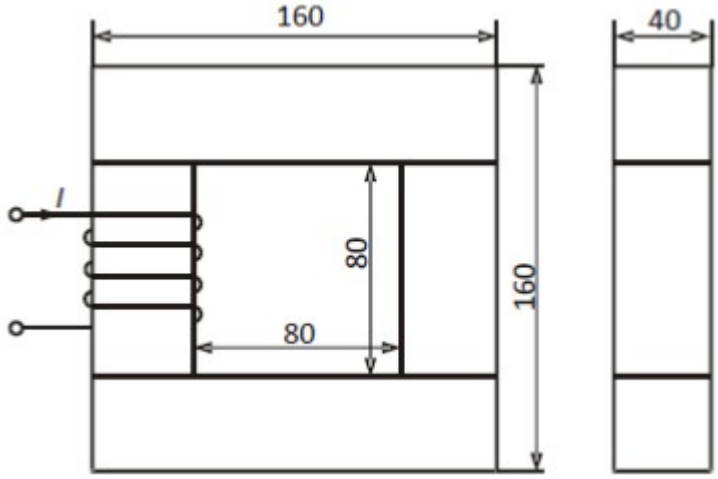
Задача 24

Фазы обмоток генератора, находящегося в режиме холостого хода, соединены треугольником (рис.). Вычислить ток в обмотках генератора, если $E_{1m} = \sqrt{2}\cdot 125$ В, $E_{3m} = \sqrt{2}\cdot 51$ В, $R = 1{,}3$ Ом, $L\omega = 2{,}8$ Ом.

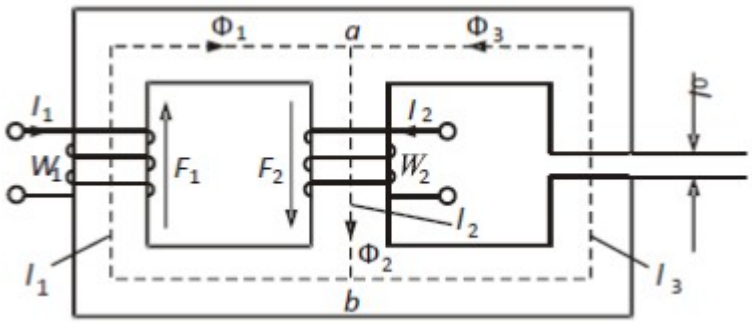


Задача 25

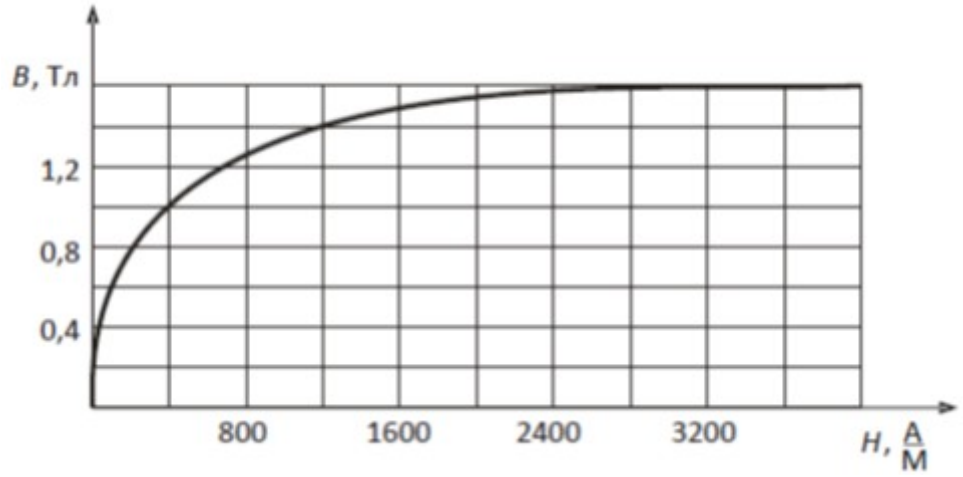
Определить поток, возникший в магнитной цепи (рис.), если в катушке с числом витков $W = 300$ ток $I = 4$ А. Материал сердечника тот же, что и в задаче 2. Воздушный зазор в месте каждого стыка составляет 0,25 мм.



Задача 26



Для магнитной цепи рис. вычислить магнитные потоки Φ_1, Φ_2, Φ_3, если $l_1 = l_3 = 0{,}16$ м; $l_2 = 0{,}075$ м; $l_0 = 5 \cdot 10^{-4}$ м; $S_1 = S_3 = 20 \cdot 10^{-4}$ м^2; $S_2 = 30 \cdot 10^{-4}$ м^2; $F_1 = 150$ А; $F_2 = 300$ А. Основная кривая намагничивания материала сердечника приведена на рис.



Задача 27

Определить потери в стали, угол φ, параметры схем замещения индуктивной катушки с ферромагнитным сердечником, если $U = 120$ В, $I = 6$ А, $P = 450$ Вт, $R = 6$ Ом, $X_s = 10$ Ом.

С2. Выполнение лабораторной работы

Лабораторная работа «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

Методические указания по выполнению работы

1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями и законами цепей постоянного тока и ответить на контрольные вопросы.

2. Произвести внешний осмотр измерительных приборов: амперметров и вольтметра, цифровых вольтметров В7-38 и записать в отчет по лабораторной работе технические данные (тип, систему, род тока, предел измерения, класс точности, цену деления шкалы прибора). Рассчитать допустимые токи в ветвях

для принципиальной схемы, приведенной на рис. 6, учитывая допустимые мощности резисторов, указанные на монтажной схеме (рис. 7).

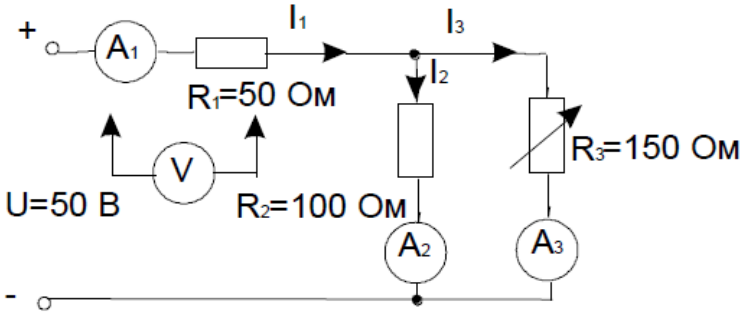


Рис. 6

3. Собрать электрическую цепь по монтажной схеме (рис. 7). Соединение резисторов и измерительных приборов при сборке схемы производить с помощью соединительных штекерных проводов, входящих в комплект стенда.

Ручку движка переменного резистора **R3** установить в крайнее левое положение. В качестве амперметров **A1**, **A2, A3** использовать имеющиеся на панели стенда амперметры. Измерение напряжений производить с помощью двух цифровых вольтметров.

Далее подключить данную электрическую цепь к клеммам регулируемого источника постоянного напряжения (**0 - 220 В**), расположенным на панели питания. При этом рукоятку регулятора напряжения установить в крайнее левое положение.

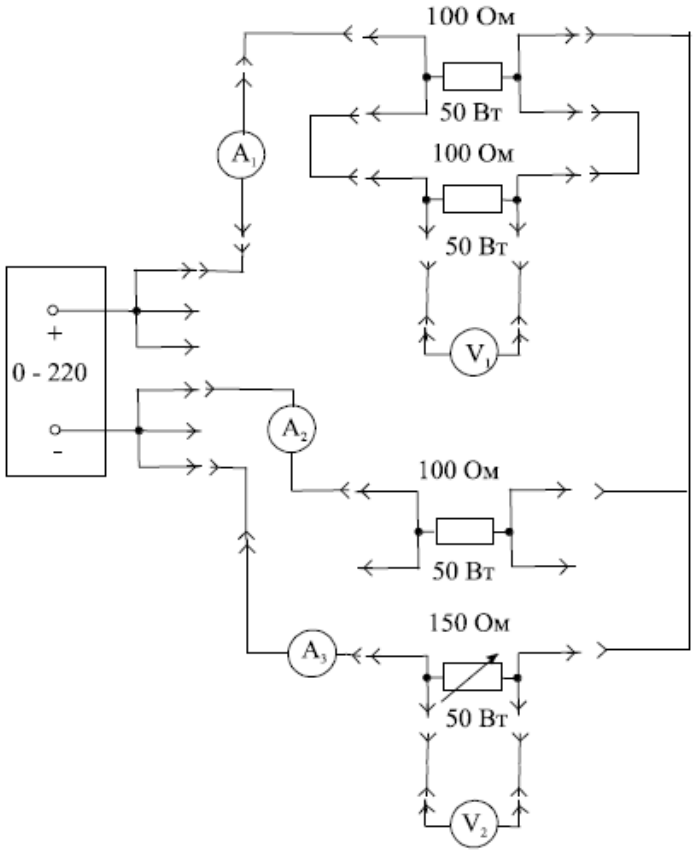


Рис. 7

4. Провести измерение токов и напряжений в электрической цепи. Для этого после проверки схемы преподавателем:

4.1. Включить регулируемый источник постоянного тока путем нажатия последовательно кнопок «**Сеть**» и «**Постоянное напряжение**» и, поворачивая плавно рукоятку регулятора, увеличивать напряжение на выходе источника питания от нулевого его значения до 50 В (по вольтметру, установленному на панели источников питания), одновременно контролируя величину постоянного тока на входе цепи по показаниям амперметра *A*1. Записать показания всех приборов в табл. 1.

4.2. Увеличить напряжение на входе цепи до 60 В. Записать второй строчкой показания всех приборов в табл. 1.

Таблица 1

Измерения							Вычисления			
№ п/п	U, В	I_1, А	I_2, А	I_3, А	U_1, В	U_2, В	R_1, Ом	R_2, Ом	R_3, Ом	$R_{экв}$, Ом
1										
2										
3										

4.3. Затем, поддерживая напряжение на входе цепи, равным 50 В, уменьшить сопротивление переменного резистора *R*3, установить движок в его среднее положение. Записать показания всех приборов в табл. 1 третьей строчкой.

4.4. Отключить напряжение источника питания, предварительно снизив его до нулевого значения.

5. По измеренным значениям токов и напряжений определить величины сопротивлений *R*1, *R*2, *R*3 и вычислить эквивалентное сопротивление схемы *R*экв. Записать выражения первого и второго законов Кирхгофа и проверить выполнение их для данной схемы.

6. Произвести измерение сопротивления амперметра, установленного на панели № 7. Для этого:

6.1. Начертить в отчете общую принципиальную схему для измерения малых сопротивлений по методу амперметра и вольтметра.

6.2. Собрать электрическую цепь в соответствии с монтажной схемой, приведенной на рис. 8. В схеме измерение тока в цепи амперметра А3, сопротивление которого измеряется, производится цифровым вольтамперметром, подготовленным для измерения постоянного тока на пределе 0-2 А, а измерение напряжения на амперметре **А3** — цифровым вольтметром.

6.3. Включить напряжение питания цепи и произвести измерения при трех значениях напряжения питания, соответствующих токам в цепи амперметра **А3** — 0,2; 0,4; и 0,6 А. Показания цифрового амперметра и вольтметра записать в табл. 2.

6.4. Выключить напряжение источника питания.

6.5. По результатам измерений определить среднее значение сопротивления амперметра А3 и отключить стенд.

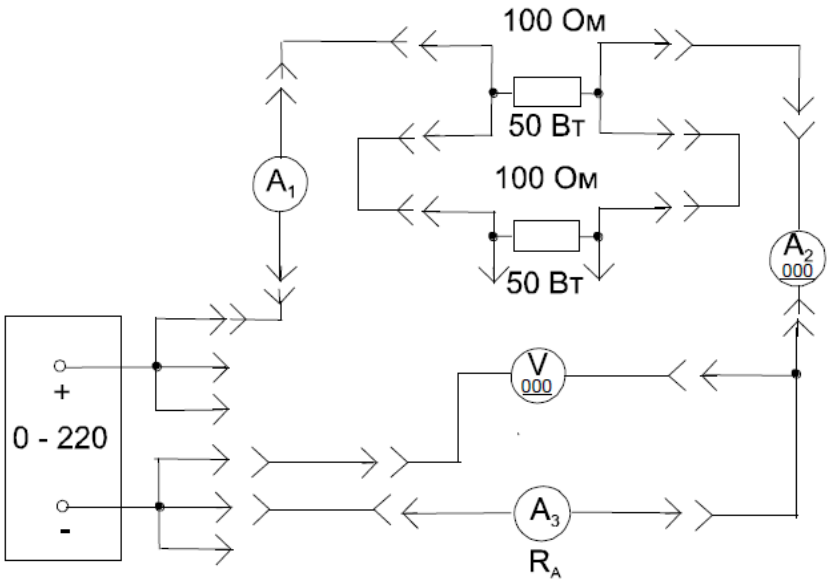


Рис. 8

7. Произвести измерение сопротивления вольтметра, установленного на панели № 6 лабораторного стенда. Для этого:

7.1. начертить в отчете общую принципиальную схему для измерения больших сопротивлений по методу амперметра и вольтметра;

7.2. заменить в монтажной схеме (рис. 7) переменный резистор **R3** — вольтметром **V**, амперметр **A3** — цифровым вольтамперметром, предварительно подготовив его для измерения постоянного тока (установив на его клеммы шунт) на пределе **0 - 0,2 A** (смотри монтажную схему рис. 9); второй цифровой вольтметр включить вместо резистора **R2** и амперметра **A2**;

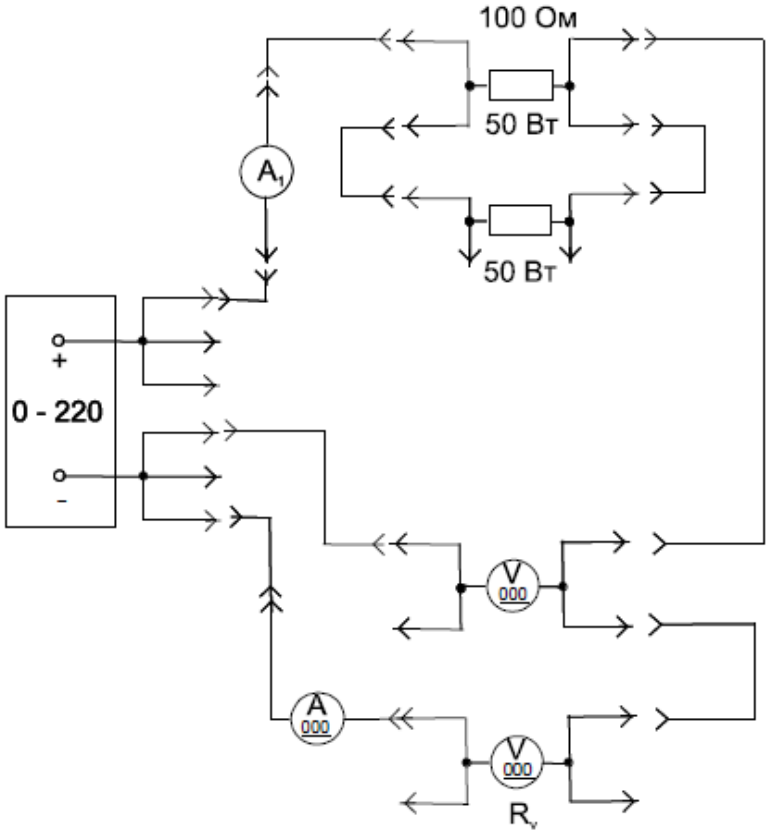


Рис. 9

7.3. включить регулируемый источник питания, медленно увеличивая напряжение на входе цепи, установить напряжение на вольтметре (сопротивление которого измеряем или на цифровом вольтметре U = 50; 60; 70 В; показания цифровых амперметра и вольтметра записать в табл. 3. Объяснить, почему амперметр **A1** ничего не показывает;

Таблица 2

№ п/п	U, В	I, А	R_A, Ом
1			
2			
3			

Таблица 3

№ п/п	U, В	I, А	R_V, Ом
1			
2			
3			

7.4. по трем показаниям цифровых амперметра и вольтметра рассчитать сопротивление исследуемого прибора — вольтметра **V**; определить среднее значение R в омах и килоомах.

Результаты измерений показать преподавателю для проверки.

Контрольные вопросы

1. Какое соединение резисторов называется последовательным, параллельным и смешанным?

2. Запишите выражение закона Ома для пассивного участка и для замкнутой цепи, состоящей из трех резисторов. Схему соединения резисторов выберите любую, предварительно начертив ее.

3. Запишите выражение обобщенного закона Ома для активной ветви, предварительно начертив ее.

4. Чему равно эквивалентное сопротивление трех резисторов, включенных параллельно, если $R1 = R2 = R3 = 15$ *Ом*?

5. Вычертите схему смешанного соединения пяти резисторов. Напишите формулы расчета эквивалентного сопротивления этой схемы.

6. Сформулируйте законы Кирхгофа и напишите их обобщенное выражение.

7. Составьте систему уравнений по законам Кирхгофа для схемы, заданной преподавателем.

8. В схеме (рис. 6) определите показание всех трех амперметров **A1**, **A2**, **A3**, если сопротивление резистора $R3$ уменьшить до нуля, $U = 50$ В, $R1 = 50$ Ом, $R2 = 100$ Ом.

9. Назовите системы электроизмерительных приборов, используемых в электрических цепях постоянного тока. Укажите стандартные классы точности электроизмерительных приборов.

10. Поясните способ расширения предела измерения амперметра в цепях постоянного тока. Назовите примерно величину сопротивления амперметра и шунта, если надо расширить предел измерения в 3 раза.

11. Поясните способ расширения предела измерения вольтметра в цепях постоянного тока. Назовите примерно величину сопротивления вольтметра и добавочного сопротивления, если нужно расширить предел измерения вольтметра в 3 раза.

12. Нарисуйте схемы для измерения методом амперметра и вольтметра малых и больших сопротивлений.

Лабораторная работа «ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ ОДНОФАЗНОГО СИНУСОИДАЛЬНОГО ТОКА»

Указания по выполнению работы

1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями и законами цепей переменного тока и ответить на контрольные вопросы.

2. Ознакомиться с измерительными приборами и оборудованием и произвести их внешний осмотр. Записать в отчет по лабораторной работе технические данные измерительных приборов и оборудования, используемого при выполнении работы.

3. Собрать электрическую цепь, принципиальная схема которой представлена на рис. 11. В соответствии с монтажной схемой рис. 12, подключить параллельно каждому участку цепи вольтметры VC, VK.

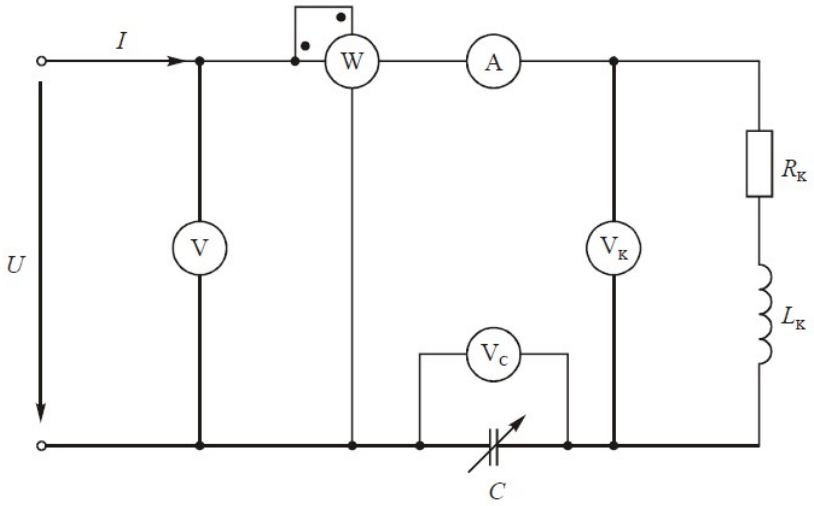


Рис. 11

4. На панели № 4 соответствующими тумблерами установить емкость батареи конденсаторов, равной 45 - 50 мкФ.

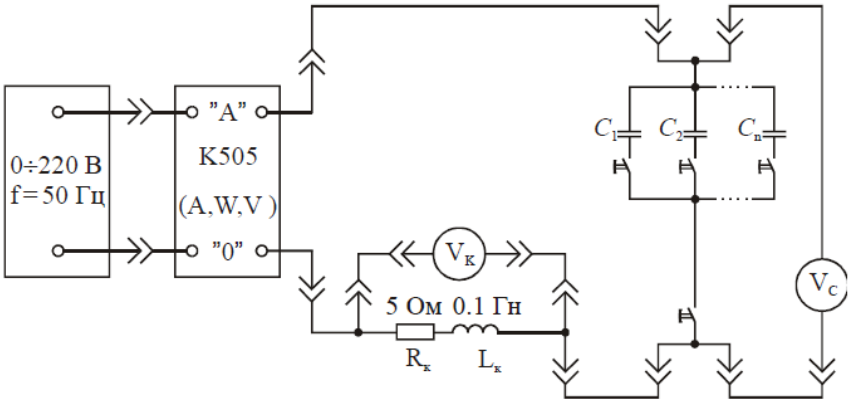


Рис. 12

5. Измерение тока, мощности, напряжения на входе электрической цепи производить амперметром, вольтметром и ваттметром.

6. Питание электрической цепи производить от регулируемого источника синусоидального тока, расположенного на панели источников питания. Включение источника питания производится нажатием кнопок **«сеть»** и **«переменное»**. Перед включением необходимо убедиться, что ручка регулятора источника питания находится в крайнем левом положении ($U = 0$).

7. Установить величину напряжения на входе цепи Uвх = 14 В. Записать показания всех измерительных приборов в табл. 1, при этом должно быть UC > UK примерно на 10 В.

8. Получить в цепи резонанс напряжений. Для этого:

8.1. Не изменяя величину напряжения на входе Uвх = 14 В, увеличить емкость батареи конденсаторов до 90-95 мкФ;

8.2. Установить режим, при котором ток в цепи достигнет наибольшей величины, а напряжения на катушке индуктивности и батарее конденсаторов окажутся примерно равными, напряжение на катушке индуктивности должно быть на 2- 3 В больше напряжения на конденсаторах;

8.3. По показаниям ваттметра, амперметра и вольтметра на входе электрической цепи рассчитать коэффициент мощности cosφ = *P*/*UI*. Изменяя емкость батареи конденсаторов, увеличивая или уменьшая ее на возможно малое значение, попытаться повысить коэффициент мощности цепи. При значении cosφ, близком к единице, можно считать, что в цепи имеет место резонансный режим. Если в результате расчета получили cosφ >1, проверьте правильность и точность замеров. Записать показания всех приборов в табл. 1.

Таблица 1

	Измерения					Вычисления													
№ п/п	U, В	I, А	P, Вт	$U_К$, В	$U_С$, В	C, мкФ	U_R, В	U_L, В	$Z_К$, Ом	X_L, Ом	$R_К$, Ом	$X_С$, Ом	X, Ом	Q_L, вар	$Q_С$, вар	Q, вар	$\varphi_к$	φ	$f_{рез}$, Гц
1																			
2																			
3																			

9. Установить емкость конденсаторов 120- 130 мкФ. При этом напряжение на конденсаторах должно быть меньше чем напряжение на катушке индуктивности примерно на 10 В.

10. По измеренным значениям табл. 1 рассчитать все параметры элементов электрической цепи.

11. По полученным в табл. 1 опытным и расчетным данным построить в масштабе векторные диаграммы для трех режимов цепи: UК > UС, UК ≈ UС и UК < UС.

12. Построить в масштабе кривые изменения тока, коэффициента мощности cosφ и полного сопротивления электрической цепи в зависимости от емкости конденсаторов, т.е. I, cosφ, Z в функции C.

13. Изучить явление резонанса токов в цепи, принципиальная схема которой приведена на рис. 13. Для этого:

13.1. Собрать электрическую цепь из параллельно включенных катушки индуктивности и батареи конденсаторов в соответствии с монтажной схемой, приведенной на рис. 14;

13.2. Установить величину напряжения на входе цепи U = 20 В и изменять емкость конденсаторной батареи от нуля до значения, при котором ток в неразветвленной части цепи будет иметь наименьшую величину;

13.3. Создать в цепи режим, соответствующий резонансу токов или близкий к нему. Проверить соответствие режима резонансу токов по величине коэффициента мощности цепи (cosφ≈ 1), занести показания всех измерительных приборов в табл. 2.

13.4. Измерить и записать в табл. 2 еще для двух режимов исследуемой цепи измерения при C > C0 и при C < C0, где C0 - емкость конденсаторной батареи при резонансе токов в цепи. Вычисления можно выполнять на компьютере.

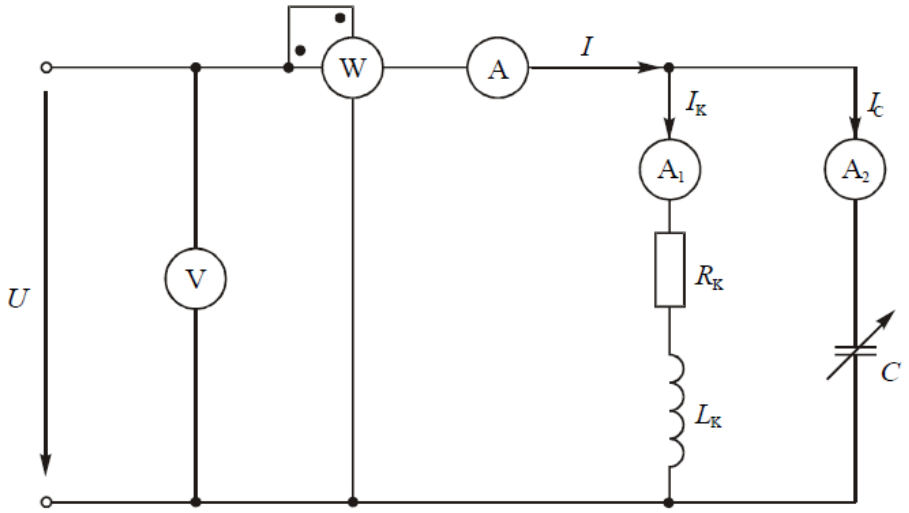


Рис. 13

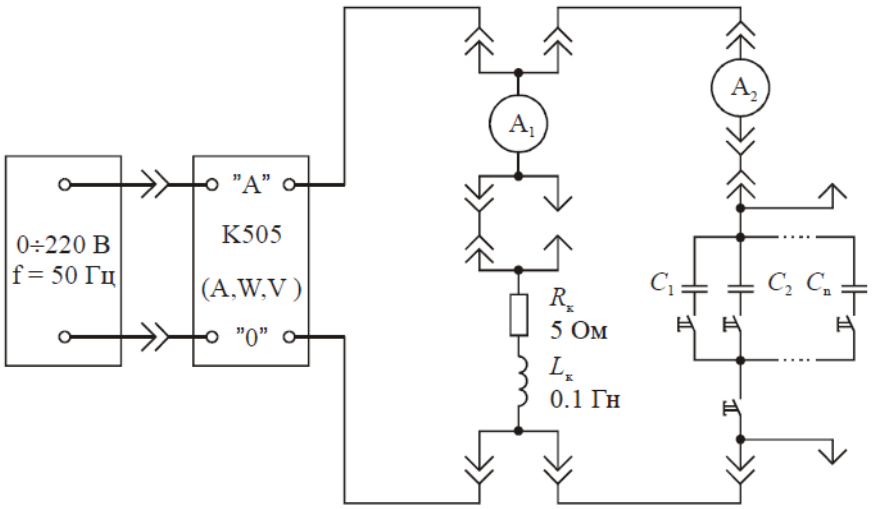


Рис. 14

13.5. По данным измерений и вычислений построить в масштабе в одной системе координат зависимости общего тока *I*, полного сопротивления *Z* и коэффициента мощности цепи cosφ от величины емкости батареи конденсаторов.

13.6. На основании произведенных измерений построить в масштабе векторные диаграммы для трех режимов: до резонанса, при резонансе и после резонанса соответственно: $C < C0$, $C = C0$, $C > C0$.

Таблица 2

	Измерения					Вычисления											
№ п/п	*U*, В	*I*, А	*P*, Вт	$I_К$, А	I_C, А	I_{a1}, А	I_L, А	I_P, А	$Y_К$, См	*G*, См	B_L, См	B_C, См	*B*, См	*Y*, См	*Q*, Вар	$\varphi_К$	φ
1																	
2																	
3																	

Контрольные вопросы

1. Какими величинами определяется синусоидально изменяющаяся функция?

2. Дайте определение действующего значения синусоидально изменяющейся величины.

3. Какие физические процессы, происходящие в электрических цепях, отображают на схемах замещения *R*, *L* и *C* элементы?

4. Как строится векторная диаграмма для синусоидальных функций?

5. По данным табл. 1 представьте напряжения и ток в комплексной форме.

6. Проверьте выполнение 2-го закона Кирхгофа.

7. Что называют индуктивным и емкостным сопротивлением электрической цепи?

8. Как влияет изменение частоты синусоидального тока на реактивное сопротивление цепи?

9. От каких величин зависит полное сопротивление электрической цепи?

10. Каковы углы сдвига фаз между напряжениями и током на *R*, *L* и *C* элементах, включенных последовательно?

11. Что понимают под электрическим резонансом? Перечислить способы получения резонанса в электрических цепях.

12. Какие соотношения устанавливаются на реактивных элементах при резонансе напряжений?

13. Какие энергетические процессы характеризуют активная и реактивная мощности?

14. Почему и как стремятся повысить коэффициент мощности в электрических цепях?

15. Как изменится по величине ток в индуктивной катушке, если параллельно ей включить конденсатор?

16. Как изменится общий ток в неразветвленном участке цепи, если параллельно катушке включить конденсатор?

17. Каковы углы сдвига фаз между токами и напряжением *R*-, *L*-, *C*- элементов, включенных параллельно?

18. Докажите, что в цепи с параллельным включением элементов возможны условия, при которых ток какой-либо ветви будет превышать ток неразветвленного участка?

19. Какой режим в электрической цепи называют резонансом токов?

20. Чем отличается резонанс токов от резонанса напряжений?

Лабораторная работа «ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОСТЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА»

Цель работы: научиться использовать законы Кирхгофа для анализа электрических цепей и проверить выполнение второго закона Кирхгофа с помощью потенциальных диаграмм.

1. При подготовке к лабораторной работе следует изучить теоретический материал, соответствующие разделы учебников и конспекта лекций, ответить на контрольные вопросы.

2. Рассчитать токи ветвей и падения напряжения на резисторах для схем на рис. 1.8–1.10 в соответствии с номером варианта. Примеры вариантов приведены в табл. 1.1. Конкретные значения параметров варианта для каждой подгруппы задаются преподавателем. Если задано отрицательное значение параметра, то направление источника изменяется на противоположное по сравнению с обозначенным на схеме. Рассчитанные значения занести в табл. 1.2.

Таблица 1.1. Исходные данные для расчета и эксперимента

№ варианта	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
E1, В	5,5	–6	7	–8	7	8	–9	9	10	–10
J1, мА	10	9	–8	7	6	5,5	–6	–7	8	–9

3. Для схем рис. 1.8–1.10 построить потенциальные диаграммы (для внешних и одного внутреннего контура).

Порядок выполнения работы

1. Собрать схему, изображенную на рис. 1.8.

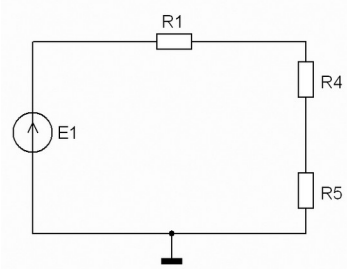


Рис. 1.8. Неразветвленная электрическая цепь

2. Установить регулятором напряжение источника E1 в соответствии с номером варианта.

3. Измерить ток(и) амперметром. Измерить вольтметром падения напряжения на резисторах. Занести значение в табл. 1.2.

4. Собрать схему, изображенную на рис. 1.9. Повторить пункты 2, 3 для этой схемы.

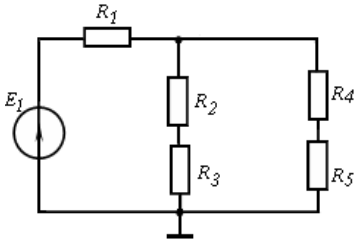


Рис. 1.9. Разветвленная электрическая цепь

5. Собрать схему, изображенную на рис. 1.10.

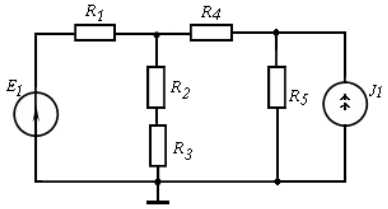


Рис. 1.10. Сложная разветвленная электрическая цепь

6. Установить регулятором напряжение источника E1 и ток источника J1 в соответствии с номером варианта.

7. Измерить амперметром токи. Измерить вольтметром падения напряжения на резисторах. Занести значения в табл. 1.2.

Таблица 1.2. Расчетные и экспериментальные значения

		I1, мА	I2, мА	I3, мА	I4, мА	UR1, В	UR2, В	UR3, В	UR4, В	UR5, В
Схема 1	Расчет									
	Опыт									
Схема 2	Расчет									
	Опыт									
Схема 3	Расчет									
	Опыт									

1.4. Обработка результатов эксперимента

По экспериментальным значениям построить потенциальные диаграммы (экспериментальные и расчетные диаграммы строить для каждой схемы на одном графике).

1.5. Содержание отчета по лабораторной работе

1. Название работы.
2. Цель работы.
3. Расчетное задание в соответствии с вариантом.
4. Описание эксперимента и схемы исследуемых цепей.
5. Результаты эксперимента (расчеты, таблицы, графики зависимостей).
6. Анализ результатов (сравнение экспериментальных результатов с расчетными и теорией).
7. Выводы по работе.

1.6. Контрольные вопросы

1. Какие элементы содержит электрическая цепь и для чего эти элементы предназначены?
2. Как строится схема замещения электрической цепи?
3. Изложите основные сведения об источниках напряжения и тока.
4. Нарисуйте вольтамперные характеристики идеальных источников напряжения и тока.

5. Как записывается закон Ома для ветви с последовательным соединением ЭДС и резисторов?

6. Сформулируйте законы Кирхгофа.

7. Как выбираются знаки у составляющих, которые входят в первый и второй законы Кирхгофа?

8. Сколько уравнений необходимо составить по первому и второму законам Кирхгофа для определения токов в цепи?

9. Изложите суть метода расчета цепей по методу уравнений Кирхгофа.

10. Составьте систему уравнений по методу уравнений Кирхгофа для схемы рис. 1.10.

11. Запишите обобщенный закон Ома для ветвей схемы рис. 1.10.

Лабораторная работа «ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЕЙ ПОСТОЯННОГО ТОКА МЕТОДОМ НАЛОЖЕНИЯ»

Цель работы: изучить схемы замещения источников электрической энергии; научиться методом наложения определять токи в ветвях резистивных электрических цепей, содержащих источники напряжения и тока.

1. При подготовке к лабораторной работе следует изучить теоретический материал, соответствующие разделы учебников и конспекты лекций, ответить на контрольные вопросы.

2. Для схем рис. 2.4 вывести формулы для определения параметров источников ЭДС (E_1 и R_{E1}) и тока (I_K и G_{IK}), полагая известными показания вольтметра и амперметра, по методу двух нагрузок ($R_M = \infty$ и $R_M = 0$).

3. Произвести расчет заданного преподавателем варианта (№ 1–3 и данных табл. 2.1) и результаты занести в соответствующие графы табл. 2.2–2.4. Если в таблице задано отрицательное значение параметра, то направление источника изменяется на противоположное по сравнению с обозначенным на схеме.

Таблица 2.1. Варианты для выполнения лабораторной работы

№ п/п	E1, В	RE1, Ом	IK, мА	R1, Ом	R2, Ом	R3, Ом
1	5,5	600	9	820	150	680
2	6	600	10	680	820	150
3	7	600	–5	150	680	820
4	–6	600	3	820	680	150
5	–7	600	–4	680	150	820
6	8	600	5	150	820	680
7	9	600	8	820	150	680
8	–8	600	–6	680	820	150
9	10	600	7	150	680	820
10	–10	600	8	820	150	680

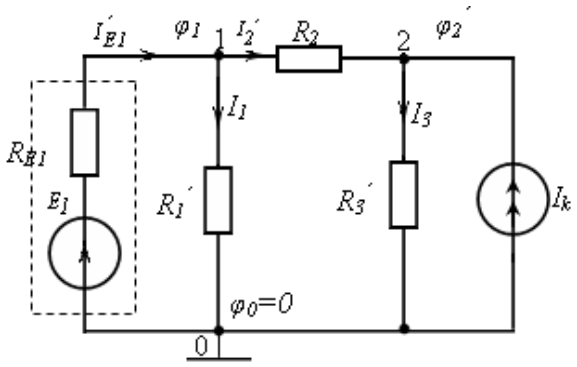


Рис. 2.3. Схема электрической цепи

Вариант № 1

1. Для схемы рис. 2.3 определить ток I_1 методом наложения.

2. По второму закону Кирхгофа и рассчитанному значению тока I_1 определить значение тока I_{E1}.

3. Результаты расчета занести в табл. 2.2.

Вариант № 2

1. Для схемы рис. 2.3 определить ток I2 методом наложения.

2. По первому и второму законам Кирхгофа и рассчитанному значению тока I_2 определить ток I_{E1}.

3. Результаты расчета занести в табл. 2.2.

Вариант № 3

1. Для схемы рис. 2.3 определить ток I3 методом наложения.

2. По первому и второму законам Кирхгофа и рассчитанному значению тока I_3 определить ток I_{E1}.

3. Результаты расчета занести в табл. 2.2.

Таблица 2.2. Результаты расчетов и измерений

Расчет		I_1, мА	I_2, мА	I_3, мА	I_{E1}, мА
От двух источников	Расчет				
	Опыт				
От источника ЭДС	Расчет				
	Опыт				
От источника тока	Расчет				
	Опыт				

2.3. Лабораторное оборудование

1. Блок генераторов напряжений ГН2-01.

2. Блок амперметра-вольтметра АВ1-07.

3. Стенд с объектами исследования С2-ЭМ1-01.

Для соединения элементов стенда используются короткие проводники, а для соединения с приборами комплекса – длинные.

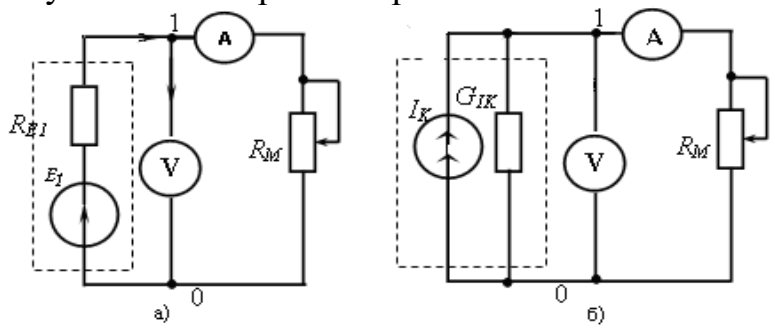
2.4. Порядок выполнения работы

2.4.1. Определение параметров источников ЭДС и тока

1. На стенде с объектами исследования С2-ЭМ1-01 собрать схему по рис. 2.4, а. При сборке схемы необходимо использовать клеммы, предназначенные для узлов, в которых соединяются три и более ветвей. Генератор напряжения соединить со стендом активных элементов (в генераторе включить его внутреннее сопротивление).

2. Разомкнуть ветвь, соединяющую сопротивление R_M с источником ЭДС ($R_M = \infty$ – холостой ход) и регулятором напряжения, установить по вольтметру напряжение на выходе источника E_1 в соответствии с вариантом табл. 2.1.

3. Изменяя сопротивление R_M, снять зависимость тока от напряжения вплоть до $R_M = 0$ (режим короткого замыкания). Рассчитать значение внутреннего сопротивления R_{E1}. Результаты измерений и расчетов занести в табл. 2.3а, 2.3б.



а б

Рис. 2.4. Схемы для измерений параметров источников

4. Собрать цепь с источником тока по рис. 2.4, б. Генератор тока соединить со стендом активных элементов (в генераторе включить его внутренние сопротивление).

Таблица 2.3а. Результаты измерений

	Источник ЭДС											
U, В												
I, мА												
	Источник тока											
U, В												
I, мА												

Таблица 2.3б. Результаты измерений

	Источник ЭДС			Источник тока		
	$U_V = E_1$ $R_M = \infty$, В	I_A $R_M = \infty$, А	R_{E1}, Ом	$U_V = E_1$ $R_M = \infty$, В	$I_A = I_K$ $R_M = 0$, А	G_{IK}, См
Данные табл. 2.1						
Опыт						

Изменяя сопротивление R_M, установить его значение $R_M = 0$ (режим короткого замыкания) и регулятором тока установить по амперметру значение тока источника тока в соответствии с вариантом табл. 2.1.

5. Изменяя сопротивление R_M, снять зависимость тока от напряжения. Разомкнуть ветвь, соединяющую сопротивление R_M с источником тока ($R_M = \infty$ – холостой ход), измерить вольтметром напряжение на выходе источника. Рассчитать значение внутренней проводимости G_{IK}. Результаты измерений и расчетов занести в табл. 2.3а, 2.3б.

2.4.2. Исследование линейной цепи методом наложения

1. Собрать схему по рис. 2.5. При сборке схемы необходимо использовать клеммы, предназначенные для узлов, в которых соединяются три и более ветвей. Значения резисторов выбрать в соответствии с номером варианта табл. 2.1. Генераторы напряжения и тока соединить со стендом активных элементов (в генераторах включить их внутренние сопротивления). Значения напряжения источника ЭДС, тока источника тока и резисторов задается в соответствии с номером варианта табл. 2.1 (напряжение источника ЭДС устанавливается по вольтметру до включения источника в схему, а ток источника тока – после включения его в цепь по показанию амперметра).

2. Амперметром измерить токи в ветвях. Результаты измерений занести в соответствующие места табл. 2.2.

3. Разомкнуть ветвь источника тока, вместо источника тока подключить резистор с сопротивлением, равным внутреннему сопротивлению источника тока. Амперметром измерить токи в ветвях. Результаты измерений занести в табл. 2.2.

4. Восстановить разомкнутую ветвь источника тока в схеме. Отсоединить резистор, заменявший внутреннее сопротивление источника тока. Отсоединить источник ЭДС от схемы, а вместо него подсоединить резистор с сопротивлением, равным внутреннему сопротивлению источника ЭДС. Амперметром измерить токи в ветвях. Результаты измерений занести в табл. 2.2.

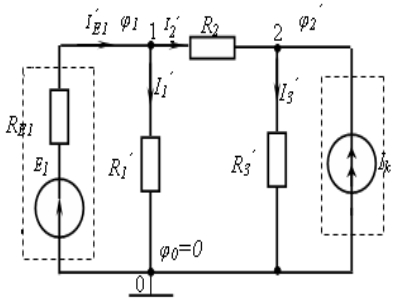


Рис. 2.5. Принципиальная схема электрической цепи

2.5. Содержание отчета по лабораторной работе

1. Название работы.

2. Цель работы.

3. Расчетное задание в соответствии с вариантом.

4. Определение параметров источников ЭДС и тока.

Схемы рис. 2.4, табл. 2.2.

Вольтамперные характеристики источника тока и источника ЭДС по табл. 2.3а.

Расчет внутренних сопротивлений RE1 источника ЭДС и 1/GK источника тока по результатам измерений.

5. Исследование линейной цепи методом наложения.

Схема рис. 2.3, табл. 2.2.

Схемы и формулы для определения токов ветвей и их составляющих.

6. Анализ полученных результатов и выводы по лабораторной работе со сравнительной характеристикой расчетных и экспериментальных величин.

Контрольные вопросы

1. Какие элементы содержит электрическая цепь и для чего эти элементы предназначены?

2. Как строится схема замещения электрической цепи?

3. Сформулируйте основные сведения об источниках напряжения и тока.

4. Нарисуйте внешние характеристики идеальных источников напряжения и тока.

5. Как экспериментально определить параметры источников ЭДС и тока (внутреннее сопротивление, внутреннюю проводимость)?

6. Сформулируйте суть метода наложения для расчета цепей.

7. Как составляются промежуточные вспомогательные схемы в методе наложения?

8. Как рассчитываются токи в методе наложения?

Лабораторная работа «ТРЕХФАЗНЫЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ ЦЕПИ»

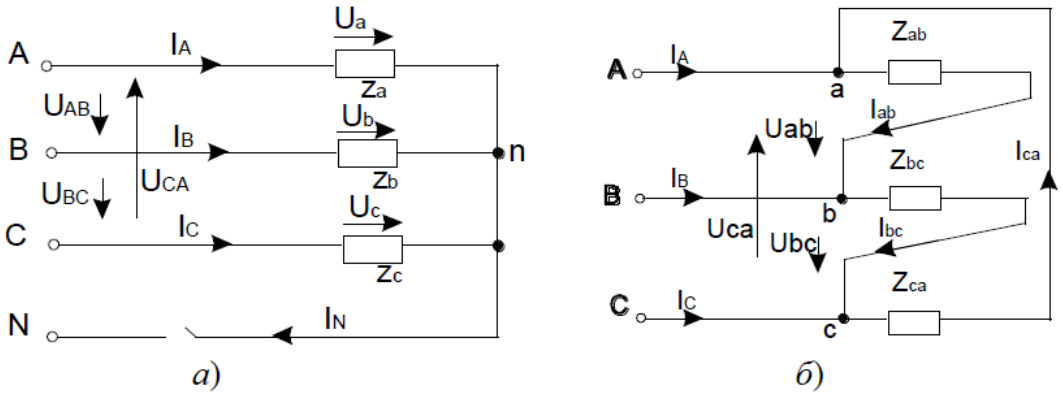
Цель работы: исследование режимов работы симметричного и несимметричного потребителей электрической энергии в трехфазных электрических цепях; определение основных соотношений между фазными и линейными токами и напряжениями при симметричной нагрузке и включении потребителей звездой и треугольником.

Методические указания по выполнению работы

1. Ознакомиться с основными теоретическими положениями и законами цепей трехфазного тока и ответить на контрольные вопросы.

2. Произвести внешний осмотр измерительных приборов: амперметров, вольтметров, цифрового вольтметра и записать в отчет по лабораторной работе технические данные (тип, систему, род тока, предел измерения, класс точности, цену деления шкалы прибора), параметры исследуемой электрической цепи.

3. Исследовать трехфазную цепь при соединении приемников электрической энергии звездой с нейтральным проводом. Принципиальная схема цепи приведена на рис. 14, *а*.



а) *б)*

Рис. 14

4. Собрать четырехпроводную трехфазную цепь по монтажной схеме, рис. 15, используя в качестве нагрузки каждой фазы три постоянных и один переменный резисторы, соединенные последовательно. Подключить к исследуемой цепи нейтральный провод. Для этого соединить соединителем штекерное гнездо «**0**» источника питания с соответствующей генераторной клеммой измерительного комплекта, а нагрузочную клемму «**0**» измерительного комплекта с соответствующим нагрузке штекерным гнездом (рис. 15).

5. Питание цепи производить от трехфазного источника, с линейным напряжением *UЛ* = 220 В. Измерить линейные токи. Измерить фазные и линейные напряжения с помощью вольтметра, поочередно подключая его к соответствующим точкам цепи. Измерение тока в цепи нейтрального провода производить амперметром с пределом измерения 1 А.

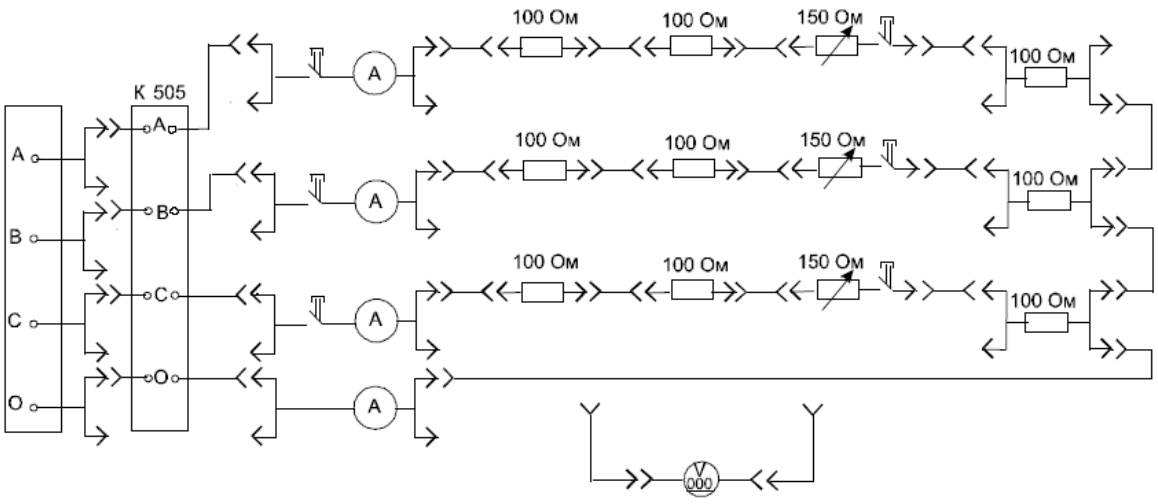


Рис. 15

6. Изменяя сопротивления переменных резисторов в фазах цепи, измерить и записать в табл. 1 величины линейных токов, фазных и линейных напряжений для различных режимов работы цепи.

Таблица 1

Режим работы цепи	Измерения													Вычисления	
	I_A, А	I_B, А	I_C, А	I_N, А	P_a, Вт	P_b, Вт	P_c, Вт	U_a, В	U_b, В	U_c, В	U_{AB}, В	U_{BC}, В	U_{CA}, В	P, Вт	$U_л/U_ф$ -
Сим-метричный															
Несим-метричный															
Обрыв фазы															

7. Исследовать трехфазную цепь при соединении приемников электрической энергии звездой без нейтрального провода. Собрать трехпроводную трехфазную цепь по монтажной схеме, рис. 16. Отключить нейтральный провод от исследуемой цепи.

Примечание:

Обрыв фазы производить отжатием кнопки, размыкающей фазу.

Короткое замыкание производить, соединяя проводом начало и конец фазы.

8. Изменяя сопротивления переменных резисторов в фазах цепи, измерить и записать в табл. 2 величины линейных токов, фазных и линейных напряжений для различных режимов работы цепи.

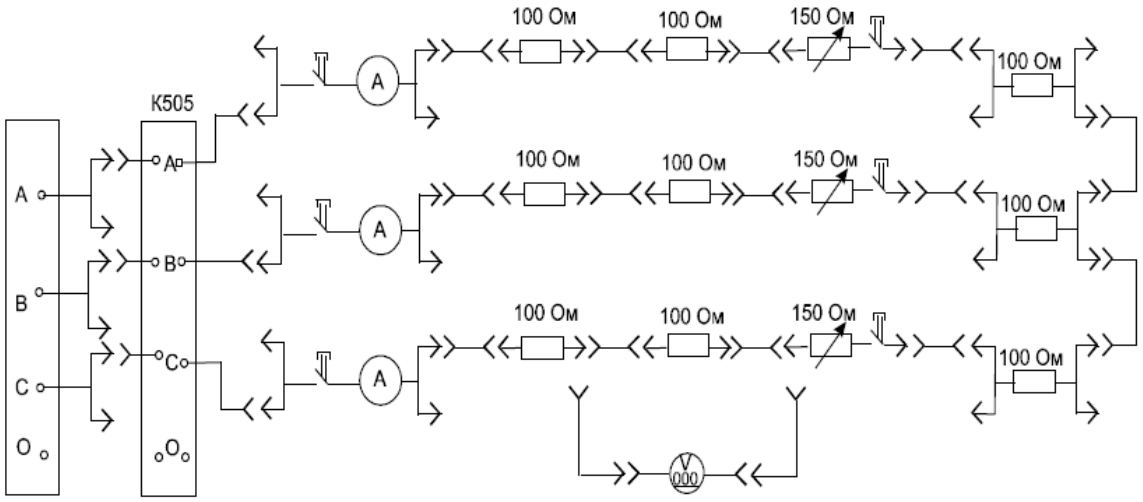


Рис. 16

Таблица 2

Режим работы цепи	Измерения									Вычисления
	I_A, А	I_B, А	I_C, А	U_a, В	U_b, В	U_c, В	U_{AB}, В	U_{BC}, В	U_{CA}, В	$U_л/U_ф$
Симметричный										
Несимметричный										
Обрыв фазы										
Короткое замыкание фазы										

9. Исследовать трехфазную цепь при соединении потребителей электрической энергии треугольником. Принципиальная схема трехфазной цепи показана на рис. 14, *б*.

10. Собрать электрическую цепь по монтажной схеме на рис. 17.

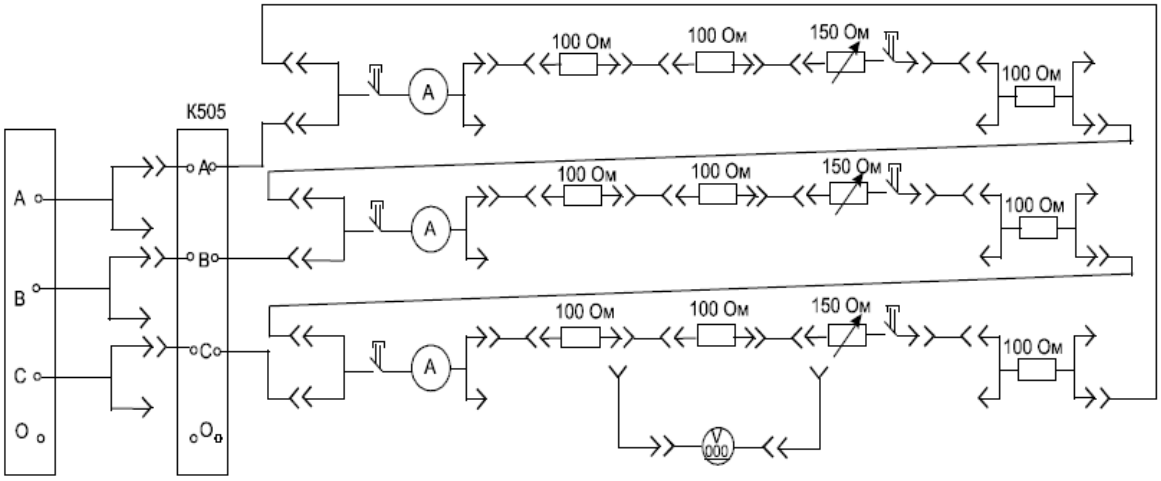


Рис. 17

11. Изменяя величины переменных сопротивлений резисторов нагрузки, измерить и записать в табл. 3 величины линейных и фазных токов, линейных напряжений при симметричном и несимметричном режимах работы цепи.

Произвести обрыв фазы и линии, указанных преподавателем, результаты измерений также записать в табл. 3.

12. Измерение линейных токов производить, используя измерительный комплект. Линейные напряжения измерить цифровым вольтметром. Для измерения фазных токов использовать амперметры на панели стенда с пределом измерения 1 А.

Таблица 3

Режим работы цепи	Измерения									Вычисления
	I_A, А	I_B, А	I_C, А	U_{AB}, В	U_{BC}, В	U_{CA}, В	I_{ab}, А	I_{bc}, А	I_{ca}, А	$I_л/I_ф$
Симметричный										
Несимметричный										
Обрыв фазы										
Обрыв линейного провода										

13. Обработать результаты измерений по пп. 5, 8 и 11:

13.1. Рассчитать мощности отдельных фаз $P_ф = I_ф U_ф$ и общую мощность для соединения "звезда" с нейтральным проводом (табл. 2). Сравнить вычисленные значения с результатами измерений.

13.2. Определить соотношения между фазными и линейными значениями напряжений (пп. 5, 8), а также фазными и линейными значениями токов (п. 11) для симметричных режимов; внести эти соотношения в соответствующие таблицы.

13.3. По данным измерений табл. 1 построить в масштабе векторные диаграммы напряжений, по данным измерений табл. 2 и 3 построить векторные диаграммы токов и напряжений.

Контрольные вопросы

1. Чем была вызвана необходимость разработки трехфазных цепей и почему они получили широкое практическое применение?
2. Каковы способы изображения симметричной системы ЭДС трехфазного генератора?
3. Укажите соотношения между фазными и линейными напряжениями.
4. В чем преимущество четырехпроводной трехфазной цепи?
5. Какова роль нейтрального провода? Почему в нейтральный провод не включают предохранители?
6. Что такое напряжение смещения нейтрали? Как его определяют?
7. В каких случаях применяют трехпроводные цепи?
8. Как определяют фазные и линейные токи при соединении приемников треугольником?
9. Укажите соотношения между фазными и линейными токами.
10. Как выбрать схему включения приемника в трехфазную сеть?
11. Как выражается активная, реактивная и полная мощности трехфазных приемников (симметричных и несимметричных)?

Лабораторная работа «ПЕРЕХОДНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛИНЕЙНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ»

Цель работы: исследование переходных процессов в линейных электрических цепях при наличии одного и двух накопителей энергии; установление влияния параметров исследуемой цепи на характер переходного процесса; исследования и измерения параметров быстропротекающих периодических несинусоидальных токов и напряжений с помощью электронного осциллографа.

Методические указания по выполнению работы

1. Перед началом работы изучить основные теоретические положения и законы переходных процессов в линейных электрических цепях и ответить на контрольные вопросы.

2. Ознакомиться с приборами, используемыми при выполнении работы. Занести в отчет по лабораторной работе параметры исследуемых электрических цепей.

3. Собрать установку (рис. 5) для исследования переходных процессов к стабилизированному источнику постоянного напряжения U = 12 В и включить электронный коммутатор.

4. Нажатием кнопки «Сеть» на передней панели прибора включить осциллограф С1-118 и дать ему прогреться его в течение 3-5 мин.

5. С помощью соединительного кабеля подать на «**Вход Y**» осциллографа напряжение с резистора R = 1 кОм.

6. С помощью ручек на передней панели осциллографа добиться на его экране устойчивого изображения прямоугольных импульсов требуемой длительности (следует получить 1,5 – 2 периода прямоугольных импульсов). По полученной временной зависимости $u(t)$ на экране осциллографа определить:

а) амплитуду напряжения импульса;

б) длительность импульса и паузы;

в) частоту коммутации электронного коммутатора.

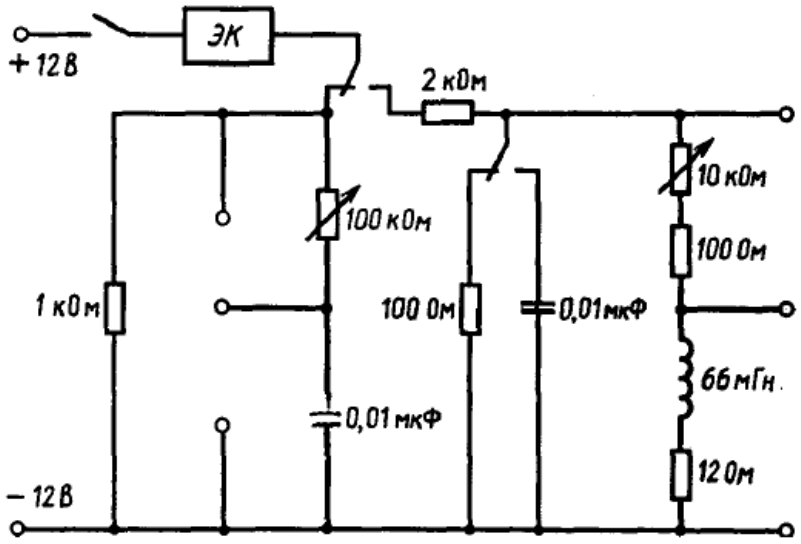


Рис. 5

7. Исследовать переходные процессы в электрической цепи с резистором и конденсатором:

7.1. Вход осциллографа с резистором R = 1 к0м переключить на конденсатор C = 0,01 мкФ;

7.2. Получить осциллограммы переходных напряжений на конденсаторе и на резисторе для трех значений сопротивления переменного резистора *(*R = 20; 60 и 100 кОм), устанавливаемых с помощью цифрового мультиметра;

7.3. С учетом масштаба (развертки по времени и делителя по напряжению) перенести каждую осциллограмму на кальку или миллиметровую бумагу.

8. Исследовать переходные процессы в электрической цепи с резистором и катушкой индуктивности:

8.1. Кнопками подать прямоугольное напряжение электронного коммутатора в электрическую цепь из переменного резистора и катушки индуктивности; отключив конденсатор C = 0,01 мкФ;

8.2. По осциллограмме поданного на исследуемую цепь прямоугольного напряжения определить его амплитуду. Получить осциллограммы переходных напряжений на катушке индуктивности и сопротивлении для трех значений переменного резистора *(*R = 100 Ом; 5 и 10 кОм), устанавливаемых с помощью цифрового мультиметра;

8.3. С учетом масштаба (развертки по времени и делителя по напряжению) перенести каждую осциллограмму на кальку или миллиметровую бумагу.

9. Исследовать переходные процессы в электрической цепи с двумя накопителями энергии — конденсатором и катушкой индуктивности:

9.1. Кнопками на панели стенда подключить параллельно переменному резистору и катушке индуктивности конденсатор с емкостью C = 0,01 мкФ;

9.2. Исследовать переходные характеристики при 3 значениях суммарного сопротивления (измерения его величины производить при выключенном напряжении питания), удовлетворяющих условиям: $R>2(L/C)1/2$; $R = 2(L/C)1/2$; $R<2(L/C)1/2$;

9.3. С учетом масштаба (развертки по времени и делителя по напряжению) перенести каждую осциллограмму на кальку или миллиметровую бумагу.

10. Обработка результатов опытов:

10.1. По осциллограммам i, uC(t) для исследованных RC-цепей (п. 6) определить постоянные времени при разрядке и зарядке конденсатора и сравнить их с соответствующими расчетными значениями, полученными по параметрам отдельных элементов цепи;

10.2. По осциллограммам u, iL(t) для исследованных RL-цепей (п. 7) определить постоянные времени переходных процессов и сравнить их с соответствующими расчетными значениями, полученными по параметрам отдельных элементов цепи;

10.3. По осциллограмме $u(t)$ (п. 8), соответствующей переходному процессу в колебательном RLC-контуре, определить частоту собственных колебаний исследуемой цепи и коэффициент затухания и сравнить их с расчетными;

10.4. По осциллограмме $i(t)$ (п. 8), соответствующей предельному апериодическому переходному процессу, определить интервал времени, в течение которого напряжение на катушке индуктивности достигает максимального значения, и сравнить его с расчетным по заданным параметрам исследуемой цепи.

Контрольные вопросы

1. Что называется установившимся режимом и переходным процессом в электрической цепи?
2. Сформулируйте законы коммутации. Выполняются ли они для резистивных цепей?
3. Что определяет порядок дифференциальных уравнений, описывающих электрические цепи с реактивными элементами?
4. Какая составляющая переходных процессов имеет апериодический вид?
5. Какими могут быть характеристические корни, что это означает для электрических цепей?
6. В течение какого промежутка времени практически заканчивается переходный процесс в электрической цепи?
7. Определите постоянную времени электрической цепи по экспериментальным зависимостям тока и напряжения при переходном процессе. Чему равна ее величина на временных зависимостях переходных тока и напряжения?
8. Можно ли по осциллограммам переходных процессов определить параметры электрической цепи?
9. Какие режимы реализуются в *RLC*–цепях при коммутации?
10. Что характеризует декремент колебаний?
11. Назовите устройства, в которых используются явления, возникающие при переходных процессах в электрических цепях.

Лабораторная работа «КАТУШКА ИНДУКТИВНОСТИ С МАГНИТОПРОВОДОМ»

Цель работы: исследование вольтамперных характеристик перемагничивания катушки индуктивности на основе магнитопровода с регулируемым воздушным зазором при подключении к источнику переменного тока, влияния размеров зазора на величину индуктивности катушки.

Методические указания по выполнению работы

1. Перед началом работы изучить теоретическое описание исследуемых процессов в электрических цепях, подготовить ответы на контрольные вопросы.
2. Снять вольтамперные характеристики катушки индуктивности с ферромагнитным сердечником при трех значениях воздушного зазора (δ = 0; 3; 5 мм) и при питании от источника переменного тока:

2.1. По монтажной схеме рис. 9 собрать электрическую цепь и подключить ее к источнику переменного напряжения. Измерить ток в цепи, напряжение на

катушке и потребляемую мощность при помощи цифрового вольтметра, цифрового амперметра и ваттметра;

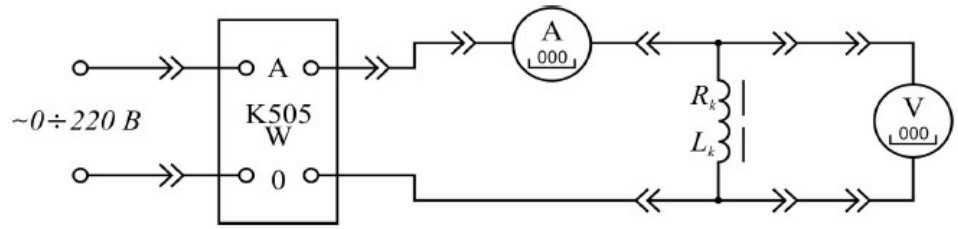


Рис. 9

2.2. Установить воздушный зазор магнитопровода δ= 5 мм и, плавно изменяя напряжение с шагом 30 В от нулевого значения до 220 В, записать показания всех измерительных приборов в табл. 1; снизить напряжение до нуля;

2.3. Провести аналогичные измерения для двух других значений воздушного зазора δ = 3; 0 мм и записать их в табл. 1. Снизить напряжение до нуля.

Таблица 1

Номер опыта	Величина воздушного зазора	Измеряемые величины	Номер измерения							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	5	U, В								
		I, мА								
		P, Вт								
2	3	U, В								
		I, мА								
		P, Вт								
3	0	U, В								
		I, мА								
		P, Вт								

3. Снять вольтамперные характеристики катушки индуктивности с ферромагнитным сердечником при трех значениях воздушного зазора (δ = 0; 3; 5 мм) и при питании от источника постоянного напряжения:

3.1. По монтажной схеме рис. 10 собрать электрическую цепь и подключить ее к источнику постоянного напряжения. Измерить ток в цепи и напряжение на катушке при помощи цифрового вольтметра и цифрового амперметра;

3.2. Установить воздушный зазор магнитопровода δ = 5 мм и, плавно изменяя напряжение с шагом 2 В от нулевого значения до 10 В, записать показания всех измерительных приборов в табл. 2; снизить напряжение до нуля;

3.3. Провести аналогичные измерения для двух других значений воздушного зазора δ = 3; 0 мм и записать их в табл. 2.

4. Снизить питающее напряжение до нуля, отключить вольтметр и амперметр. Переключить катушку от источника постоянного напряжения к источнику регулируемого синусоидального напряжения и размагнитить магнитопровод. Размагничивание проводится изменением величины напряжения от нулевого значения до номинального (UН = 220 В) и обратно несколько раз. Величина напряжения контролируется по вольтметру источника переменного напряжения на панели питания.

5. По результатам измерений п. 1, 2 построить вольтамперные характеристики катушки $U(I)$ при различных воздушных зазорах магнитопровода.

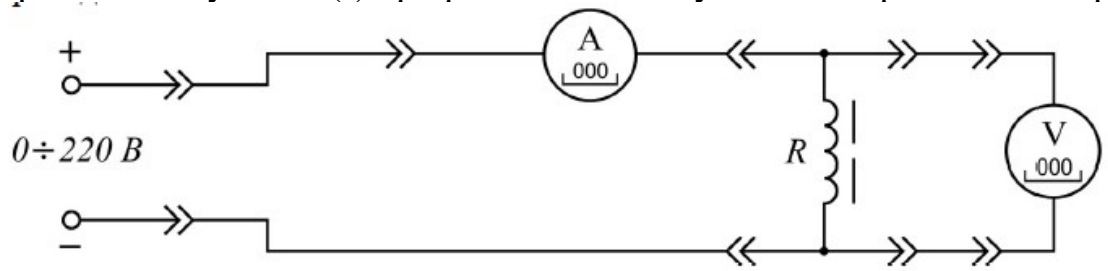


Рис. 10

6. По результатам измерений в п. 1 построить зависимость тока катушки от воздушного зазора магнитопровода I(δ) при номинальном напряжении на зажимах катушки (UН = 220 В). Также рассчитать полное сопротивление катушки при номинальном напряжении и различных воздушных зазорах магнитопровода; построить зависимость $Z(I)$ при UН = 220 В.

7. По заданным преподавателем значениям воздушного зазора и напряжениям рассчитать параметры схемы замещения и эквивалентную индуктивность катушки.

Таблица 2

Номер опыта	Величина воздушного зазора	Измеряемые величины	Номер измерения							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	5	U, В								
		I, мА								
2	3	U, В								
		I, мА								
3	0	U, В								
		I, мА								

Контрольные вопросы

12. Объясните назначение магнитопровода катушки индуктивности.

13. Поясните влияние магнитопровода и его сечения на значение индуктивности катушки.

14. Объясните физическую природу потерь в катушке индуктивности с магнитопроводом.

15. Поясните, как влияет воздушный зазор в магнитопроводе катушки на зависимости $u(t)$, $\Phi(t)$, $i(t)$.

16. Напишите уравнение и постройте векторную диаграмму реальной катушки с магнитопроводом.

17. Объясните расчет катушки индуктивности методом эквивалентной синусоиды.

18. Какова причина искажения синусоидальной формы тока при питании катушки индуктивности переменным напряжением?

19. Как изменится вольтамперная характеристика катушки индуктивности при увеличении частоты питающего напряжения?

20. Напишите для катушки с магнитопроводом формулу зависимости магнитного потока от приложенного напряжения.

21. Как изменится вольтамперная характеристика катушки индуктивности при увеличении воздушного зазора при питании от сети переменного и постоянного тока?

Блок Д. Задания для использования в рамках промежуточной аттестации

Д1. Перечень экзаменационных вопросов

1. Интегральные величины электромагнитного поля, применяемые в электротехнике
2. Элементы схем замещения электрических цепей
3. Геометрические элементы схем замещения
4. Закон Ома
5. Первый и второй законы Кирхгофа
6. Закон Ома для активной цепи
7. Баланс мощностей
8. Метод непосредственного использования законов Кирхгофа
9. Метод узловых потенциалов
10. Метод напряжения между двумя узлами
11. Метод эквивалентных преобразований схем с последовательно-параллельным соединением приёмников
12. Метод эквивалентных преобразований для расчета схем с трехполюсниками
13. Метод наложения
14. Метод эквивалентного генератора
15. Преимущества переменного тока
16. Способы представления гармонических функций

17. Действующие и средние значения гармонических величин
18. Идеальный резистор в цепи синусоидального тока
19. Идеальная катушка в цепи синусоидального тока
20. Идеальный конденсатор в цепи синусоидального тока
21. Основные законы цепей переменного тока при последовательном соединении приемников
22. Построение векторной диаграммы при последовательном соединении приемников
23. Треугольники сопротивлений и мощностей при последовательном соединении приемников
24. Резонанс напряжений
25. Основные законы цепей переменного тока при параллельном соединении приемников
26. Построение векторной диаграммы при параллельном соединении приемников
27. Треугольники проводимостей и мощностей при параллельном соединении приемников
28. Резонанс токов
29. Расчет цепей синусоидального тока. Цепь с одним источником энергии
30. Расчет цепей синусоидального тока. Цепь с несколькими источниками энергии
31. Мощности в цепях синусоидального тока
32. Понятие о коэффициенте мощности и способах его улучшения
33. Цепи с взаимной индуктивностью. Основные понятия
34. Анализ цепи с последовательным соединением индуктивно связанных катушек
35. Расчет электрических цепей при наличии взаимной индуктивности
36. Достоинства трехфазных цепей
37. Трехфазный генератор
38. Классификация и способы включения в трехфазную цепь приемников
39. Расчет трехфазных цепей. Соединение фаз приемника треугольником
40. Расчет трехфазных цепей. Соединение звездой трехпроводной
41. Соединение звездой четырехпроводной с нейтральным проводом без сопротивления
42. Мощности трехфазных цепей. Способы измерения активной мощности
43. Причины возникновения несинусоидальных периодических воздействий
44. Способы изображения несинусоидальных периодических функций
45. Действующие значения несинусоидальных периодических токов и напряжений
46. Коэффициенты, характеризующие периодические несинусоидальные функции
47. Мощности в цепях несинусоидального тока

48. Расчет однофазных цепей при несинусоидальных периодических воздействиях
49. Основные величины, характеризующие магнитные цепи
50. Основные законы магнитных цепей
51. Формальная аналогия между магнитными и электрическими цепями
52. Магнитный поток и ЭДС катушки с ферромагнитным сердечником
53. Потери в катушке с ферромагнитным сердечником
54. Ток катушки с ферромагнитным сердечником
55. Четырехполюсники и их основные уравнения
56. Определение коэффициентов уравнений связи четырехполюсника
57. Режим четырехполюсника под нагрузкой
58. Характеристические сопротивления
59. Постоянная передачи четырехполюсника
60. Уравнения четырехполюсника в гиперболических функциях

РАЗДЕЛ 3. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Балльно-рейтинговая система является базовой системой оценивания сформированности компетенций обучающихся очной формы обучения.

Итоговая оценка сформированности компетенции(й) обучающихся в рамках балльно-рейтинговой системы осуществляется в ходе текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации и определяется как сумма баллов, полученных обучающимися в результате прохождения всех форм контроля.

Оценка сформированности компетенции(й) по дисциплине складывается из двух составляющих:

- ✓ первая составляющая – оценка преподавателем сформированности компетенции(й) в течение семестра в ходе текущего контроля успеваемости (максимум 100 баллов). Структура первой составляющей определяется технологической картой дисциплины, которая в начале семестра доводится до сведения обучающихся;
- ✓ вторая составляющая – оценка сформированности компетенции(й) обучающихся на экзамене (максимум – 30 баллов).

Для студентов очно-заочной формы обучения применятся 4-балльная шкала оценивания результатов текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся.

уровни освоения компетенций	продвинутый уровень	базовый уровень	пороговый уровень	допороговый уровень
100 – балльная	85 и ≥	70 – 84	51 – 69	0 – 50

шкала				
4 – балльная шкала	«отлично»	«хорошо»	«удовлетворительно»	«неудовлетворительно»

Шкала оценок при текущем контроле успеваемости по различным показателям

Показатели оценивания сформированности компетенций	***Баллы***	***Оценка***
Выполнение практических заданий (решение задач)	0-20	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»
Выполнение лабораторных заданий	0-20	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»
Ответы на устные вопросы	0-10	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»
Подготовка презентации	0-10	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»
Подготовка и защита реферата	0-10	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»

Соответствие критериев оценивания уровню освоения компетенций по текущему контролю успеваемости

Баллы	***Оценка***	***Уровень освоения компетенций***	***Критерии оценивания***
0-50	«неудовлетворительно»	Допороговый уровень	Обучающийся не приобрел знания, умения и не владеет компетенциями в объеме, закрепленном рабочей

			программой дисциплины
51-69	«удовлетворительно»	Пороговый уровень	Не менее 50% заданий, подлежащих текущему контролю успеваемости, выполнены без существенных ошибок
70-84	«хорошо»	Базовый уровень	Обучающимся выполнено не менее 75% заданий, подлежащих текущему контролю успеваемости, или при выполнении всех заданий допущены незначительные ошибки; обучающийся показал владение навыками систематизации материала и применения его при решении практических заданий; задания выполнены без ошибок
85-100	«отлично»	Продвинутый уровень	100% заданий, подлежащих текущему контролю успеваемости, выполнены самостоятельно и в требуемом объеме; обучающийся проявляет умение обобщать, систематизировать материал и применять его при решении практических заданий; задания выполнены с подробными пояснениями и аргументированными выводами

Шкала оценок по промежуточной аттестации

Наименование формы промежуточной аттестации	***Баллы***	***Оценка***
Экзамен	0-30	«неудовлетворительно» «удовлетворительно» «хорошо» «отлично»

Соответствие критериев оценивания уровню освоения компетенций по промежуточной аттестации обучающихся

Баллы	***Оценка***	***Уровень освоения***	***Критерии оценивания***

		компетенций	
0-9	«неудовлетвори тельно»	Допороговый уровень	Обучающийся не приобрел знания, умения и не владеет компетенциями в объеме, закрепленном рабочей программой дисциплины; обучающийся не смог ответить на вопросы
10-16	«удовлетворите льно»	Пороговый уровень	Обучающийся дал неполные ответы на вопросы, с недостаточной аргументацией, практические задания выполнены не полностью, компетенции, осваиваемые в процессе изучения дисциплины сформированы не в полном объеме.
17-23	«хорошо»	Базовый уровень	Обучающийся в целом приобрел знания и умения в рамках осваиваемых в процессе обучения по дисциплине компетенций; обучающийся ответил на все вопросы, точно дал определения и понятия, но затрудняется подтвердить теоретические положения практическими примерами; обучающийся показал хорошие знания по предмету, владение навыками систематизации материала и полностью выполнил практические задания
25-30	«отлично»	Продвинутый уровень	Обучающийся приобрел знания, умения и навыки в полном объеме, закрепленном рабочей программой дисциплины; терминологический аппарат использован правильно; ответы полные, обстоятельные, аргументированные, подтверждены конкретными примерами; обучающийся проявляет умение обобщать, систематизировать материал

			и выполняет практические задания с подробными пояснениями и аргументированными выводами

РАЗДЕЛ 4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков, характеризующие этапы формирования компетенций

В экзаменационный билет включено два теоретических вопроса и практическое задание, соответствующие содержанию формируемых компетенций. Экзамен проводится в устной форме. На ответ и решение задачи студенту отводится 45 минут. За ответ на теоретические вопросы студент может получить максимально 15 баллов, за решение задачи 15 баллов.

Устный опрос проводится на практических и лекционных занятиях. Студенту задается вопрос на основе пройденного или изучаемого в данный момент материала. Студент должен дать верный ответ на поставленный вопрос, объяснить логику и последовательность получения верного ответа.

Методика оценивания ответов на устные вопросы

Баллы	Оценка	Показатели	Критерии
9-10	«отлично»	1. Полнота данных ответов; 2. Аргументированность данных ответов; 3. Правильность ответов на вопросы.	Полно и аргументировано даны ответы по содержанию задания. Обнаружено понимание материала, может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры не только по учебнику, но и самостоятельно составленные. Изложение материала последовательно и правильно.
7-8	«хорошо»		Студент дает ответ, удовлетворяющий тем же требованиям, что и для оценки «отлично», но допускает 1-2 ошибки, которые сам же исправляет.
5-6	«удовлетворительно»		Студент обнаруживает знание и понимание основных положений данного задания, но: 1) излагает материал неполно и допускает неточности в определении понятий или формулировке правил; 2) не умеет достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;

			3) излагает материал непоследовательно и допускает ошибки.
0-4	«неудовлетвор ительно»		Студент обнаруживает незнание ответа на соответствующее задание, допускает ошибки в формулировке определений и правил, искажающие их смысл, беспорядочно и неуверенно излагает материал; отмечаются такие недостатки в подготовке студента, которые являются серьезным препятствием к успешному овладению последующим материалом.

Лабораторная работа — это форма организации учебного процесса, когда обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя самостоятельно разрабатывают приложения, осуществляют настройку подсистемы безопасности, проводят измерения, элементарные исследования на основе специально разработанных заданий. Лабораторная работа как вид учебного занятия должна проводиться в специально оборудованных учебных лабораториях. Продолжительность - не менее двух академических часов. Необходимыми структурными элементами лабораторной работы, помимо самостоятельной деятельности студентов, являются инструктаж, проводимый преподавателем, а также организация обсуждения итогов выполнения лабораторной работы.

Содержание лабораторного занятия определяется перечнем формируемых компетенций по конкретной учебной дисциплине, а также характеристикой профессиональной деятельности выпускников, требованиями к результатам освоения основной профессиональной образовательной программы.

Защита лабораторной работы позволяет оценить умение и владение обучающегося излагать суть поставленной задачи, применять стандартные методы решения задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ результата работы.

Методика оценивания выполнения лабораторных заданий

Баллы	***Оценка***	**Показатели**	**Критерии**
18-20	«отлично»	1. Полнота выполнения лабораторного задания; 2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность и рациональность	Задание выполнено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения, в логических рассуждениях и в решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным способом.
14-17	«хорошо»		Задание выполнено с помощью преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения, в логических рассуждениях и решении нет

			существенных ошибок; есть объяснение решения, но задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
11-13	«удовлетворительно»	выполнения задания; 4. Самостоятельность решения.	Задание выполнено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в алгоритмах и/или расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.
0-10	«неудовлетворительно»		Задание не выполнено или выполнено неправильно.

Мультимедийная презентация, созданная в программе Power Point, является наглядным представлением результатов своего учебного труда, дополнением реферата, доклада.

Базовые рекомендации:

Общий объем презентации - 13-15 слайдов.

Структура презентации

Алгоритм выстраивания презентации соответствует логической структуре работы и отражает последовательность ее этапов.

Слайд 1: «титульный лист», на котором указано полное наименование колледжа, тема научно-исследовательской (исследовательской) работы, информация об авторе и руководителе.

Слайд 2: актуальность (один абзац), допускаются рисунки.

Слайд 3: цель, задачи; объект и предмет исследования.

Слайды 5 – 13/18: основные тезисы выступления, отражающие содержание практической части ВКР с использованием схем, графиков, диаграмм, формул, математических моделей, таблиц.

Слайды перед выводами: прогнозируемые результаты исследования, (графики, гистограммы, диаграммы, схемы); экономическая эффективность проекта. доказательство социальной значимости и т.п..

Слайд предпоследний: выводы исследования.

Итоговый слайд.

Оформление презентации.

В презентации необходимо выделить ключевые понятия, теории, проблемы, которые раскрываются в презентации в виде схем, диаграмм, таблиц, дополняющих или помогающих лучшему восприятию текста доклада. Предложения в презентации должны быть короткими, максимум – 7 слов. Каждая отдельная информация должна быть в отдельном предложении или на отдельном слайде.

Методика оценивания выполнения презентаций

Баллы	Оценка	Показатели	Критерии
9-10	«отлично»	1. Полнота выполнения презентаций; 2. Своевременность выполнения; 3. Правильность ответов на вопросы;	Выполнены все требования к написанию и защите презентации: обозначена проблема и обоснована её актуальность, сделан краткий анализ различных точек зрения на рассматриваемую проблему и логично изложена собственная позиция, сформулированы выводы, тема раскрыта полностью, выдержан объём, соблюдены требования к внешнему оформлению, даны правильные ответы на дополнительные вопросы.
7-8	«хорошо»		Основные требования к презентации и его защите выполнены, но при этом допущены недочеты. В частности, имеются неточности в изложении материала; отсутствует логическая последовательность в суждениях; не выдержан объем презентации; имеются упущения в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
5-6	«удовлетворительно»		Имеются существенные отступления от требований к работе. В частности: тема освещена лишь частично; допущены фактические ошибки в содержании презентации или при ответе на дополнительные вопросы.
0-4	«неудовлетвори-тельно»		Тема презентации не раскрыта, обнаруживается существенное непонимание проблемы.

Темы рефератов предлагаются на выбор или по инициативе студента. Студент выполняет реферат и высылает на проверку преподавателю. После проверки соответствия содержимого теме, а также правильности оформления назначается день защиты. Защита проекта происходит в рамках регламента: 10-15 минут выступление, далее ответы на вопросы по теме проекта.

Методика оценивания выполнения рефератов

Баллы	***Оценка***	**Показатели**	**Критерии**
5	«отлично»	1. Полнота	Выполнены все требования к реферату; даны

		выполнения реферата; 2. Правильность ответов на вопросы; 3. Самостоятельность выполнения реферата.	правильные ответы на дополнительные вопросы.
3-4	«хорошо»		Выполнены основные требования к реферату, имеются недочеты в оформлении; на дополнительные вопросы при защите даны неполные ответы.
1-2	«удовлетворительно»		Требования к реферату выполнены не полностью; допущены фактические ошибки при ответе на дополнительные вопросы.
0	«неудовлетворительно»		Реферат не выполнен; обнаруживается существенное непонимание в том, как его выполнять.

Практическое занятие - это занятие, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы. В процессе таких занятий вырабатываются практические умения (вычислений, расчетов, использования таблиц, справочников, номограмм). Перед практическим занятием следует изучить конспект лекции и рекомендованную преподавателем литературу, обращая внимание на практическое применение теории и на методику решения типовых задач. На практическом занятии главное - уяснить связь решаемых задач с теоретическими положениями. При решении предложенной задачи нужно стремиться не только получить правильный ответ, но и усвоить общий метод решения подобных задач.

Рекомендуется использовать следующий порядок записи решения задачи:

- исходные данные для решения задачи (что дано);
- что требуется получить в результате решения;
- какие законы и положения должны быть применены;
- общий план (последовательность) решения;
- расчеты;
- полученный результат и его анализ.

Методика оценивания выполнения практических заданий (задач)

Баллы	***Оценка***	**Показатели**	**Критерии**
18-20	«отлично»	1. Полнота выполнения практического задания; 2. Своевременность выполнения задания; 3. Последовательность	Задание решено самостоятельно. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логических рассуждениях, в выборе формул и решении нет ошибок, получен верный ответ, задание решено рациональным

		и рациональность выполнения задания; 4. Самостоятельность решения;	способом.
14-17	«хорошо»		Задание решено с помощью преподавателя. При этом составлен правильный алгоритм решения задания, в логическом рассуждении и решении нет существенных ошибок; правильно сделан выбор формул для решения; есть объяснение решения, но задание решено нерациональным способом или допущено не более двух несущественных ошибок, получен верный ответ.
11-13	«удовлетворительно»		Задание решено с подсказками преподавателя. При этом задание понято правильно, в логическом рассуждении нет существенных ошибок, но допущены существенные ошибки в выборе формул или в математических расчетах; задание решено не полностью или в общем виде.
0-10	«неудовлетвори-тельно»		Задание не решено.

Лист актуализации оценочных материалов по дисциплине «Электротехника»

Оценочные материалы пересмотрены,
обсуждены и одобрены на заседании кафедры

Протокол от «_____»_____ 20___ г. №_____

Зав. кафедрой _____

Оценочные материалы пересмотрены,
обсуждены и одобрены на заседании кафедры

Протокол от «_____»_____ 20___ г. №_____

Зав. кафедрой _____

Оценочные материалы пересмотрены,
обсуждены и одобрены на заседании кафедры

Протокол от «_____»_____ 20___ г. №_____

Зав. кафедрой _____

Оценочные материалы пересмотрены,
обсуждены и одобрены на заседании кафедры

Протокол от «_____»_____ 20___ г. №_____

Зав. кафедрой _____