

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Забайкальский государственный университет»  
(ФГБОУ ВО «ЗабГУ»)

Факультет энергетический

Кафедра технических систем и робототехники

**УЧЕБНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
**для студентов заочной формы обучения**  
**по дисциплине «Электрические машины»**

для направления подготовки (специальности) 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»

Общая трудоемкость дисциплины (модуля)

Виды занятий	Распределение по семестрам в часах			Всего часов
	3 семестр	4 семестр	5 семестр	
1	2	3	4	5
Общая трудоемкость		72	180	252
Аудиторные занятия, в т.ч.:				
лекционные (ЛК)		8	12	20
практические (семинарские) (ПЗ, СЗ)				
лабораторные (ЛР)		4	16	20
Самостоятельная работа студентов (СРС)		60	80	140
Форма промежуточного контроля в семестре*		зачет	36 (экзамен)	36
Курсовая работа (курсовой проект) (КР, КП)			36(КП)	36

## **Краткое содержание курса**

1. Электромеханическое преобразование энергии в индуктивных преобразователях.
2. Принцип преобразования энергии в электрических машинах.
3. Типы электрических машин и других электромеханических преобразователей.
4. Трансформаторы.
5. Автотрансформаторы.
6. Магнитные усилители; умножители частоты; специальные типы трансформаторов;
7. Режимы работы трансформаторов;
8. Принцип, режим работы, конструкции и характеристики синхронных и асинхронных машин и машин постоянного тока.

## **Форма промежуточного контроля**

### **Курсовой проект**

Контрольная работа состоит из четырех задач из сборника задач по электрическим машинам «Сборник задач по электрическим машинам: Учеб. Пособие для студ. Учреждений сред.проф. образования / Марк Михайлович Кацман. – М.: Издательский центр «Академия, 2003 – 160 с.». Выбор варианта по двум последним цифрам зачетки. Выбор задач для решения и их вариантов по приложению 1.

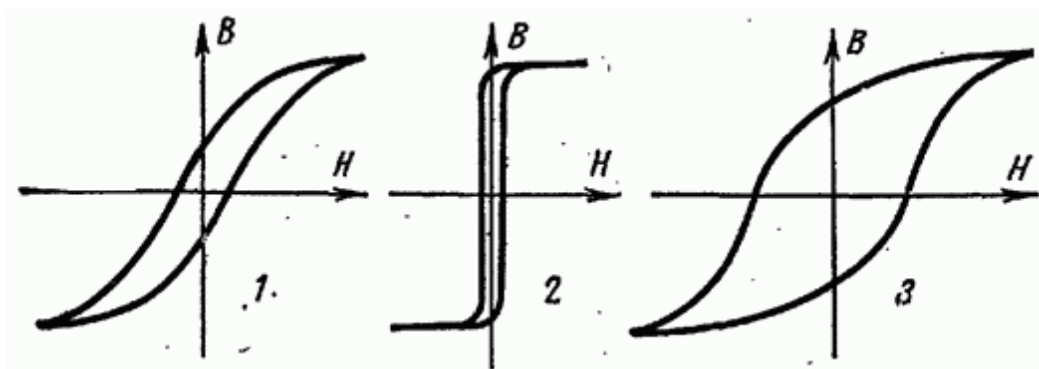
### **Зачет:**

1. Принцип действия трансформатора

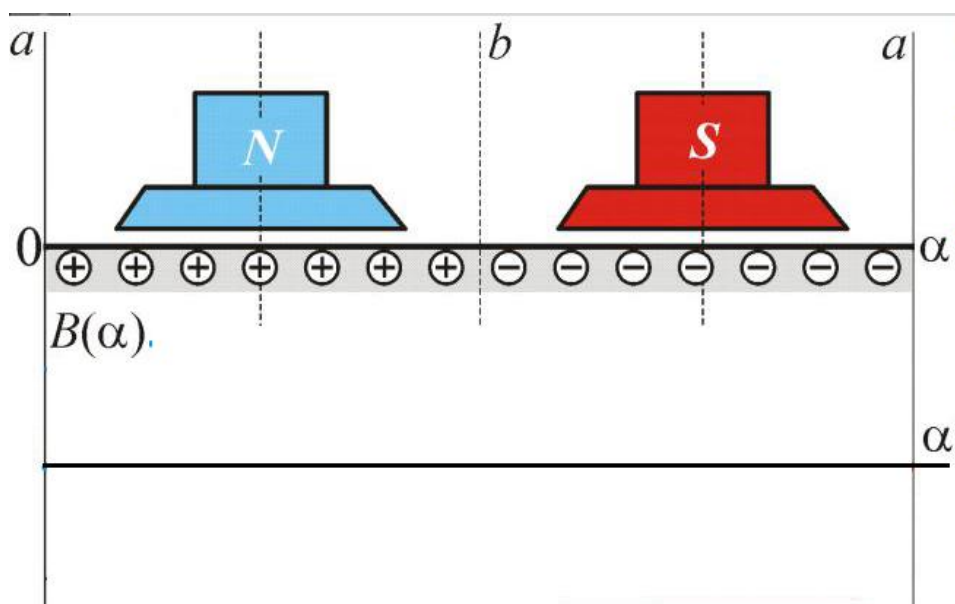
2. Ток холостого хода трансформатора
3. Потери холостого хода трансформатора
4. Опыт короткого замыкания трансформатора
5. Потери короткого замыкания трансформатора
6. Схема замещения трансформатора
7. Экспериментальное определение параметров схемы замещения трансформатора
8. Внешняя характеристика трансформатора
9. Группы соединения обмоток трансформаторов
10. Условия включения трансформаторов на параллельную работу
11. Измерительные трансформаторы
12. Назначение коллекторно-щеточного узла в машинах постоянного тока
13. Конструкция МПТ
14. Принцип действия ГПТ
15. Способы возбуждения, применяемые в генераторах постоянного тока
16. Электромагнитный момент МПТ
17. ЭДС обмотки якоря МПТ
18. Схемы генератора постоянного тока
19. Принцип действия ДПТ
20. Схемы двигателя постоянного тока
21. Основные способы регулирования частоты вращения ДПТ
22. Характеристики ГПТ
23. Характеристики ДПТ

### ***Практические вопросы***

1. Постройте график  $\mu_a(H)$ , совмещенный с данным графиком:
2. Приведите уравнение механической характеристики ДПТ и ее вид при различном способе регулирования скорости вращения
3. Определите какому типу ферромагнетиков соответствует петля гистерезиса:

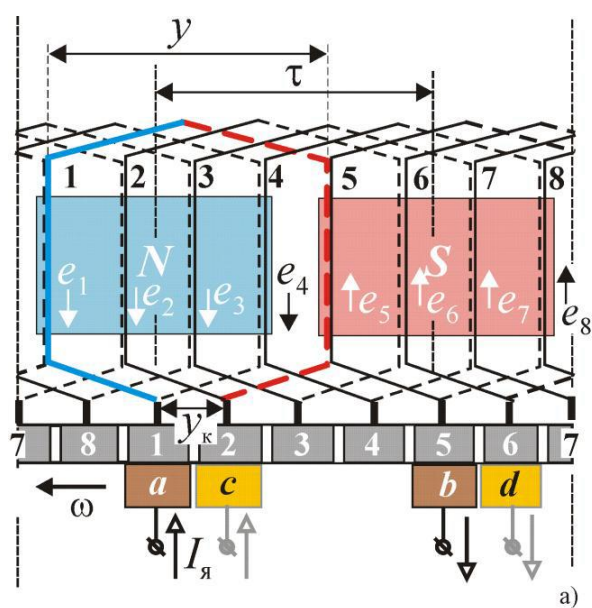


4. Приведите график изменения индукции в зазоре МПТ:

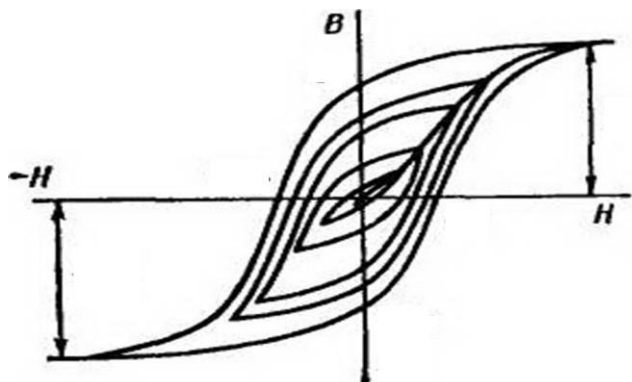


5. Укажите характерные точки на петле гистерезиса

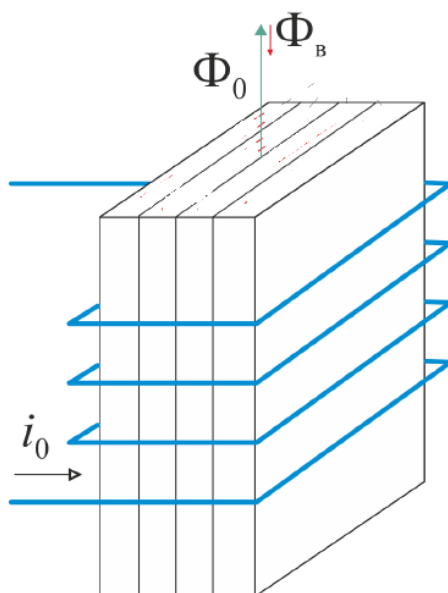
6. Определите тип обмотки МПТ, приведите уравнение ЭДС обмотки



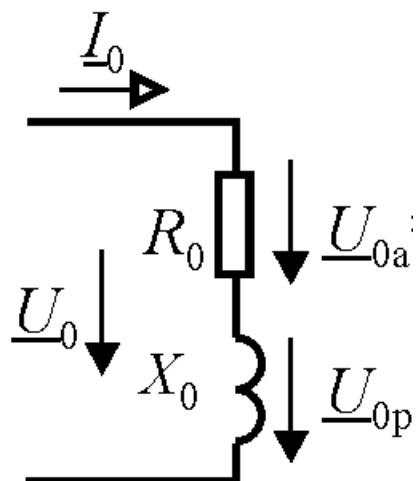
7. Что изображено на рисунке? Каким образом можно получить такое семейство кривых?



8. Приведите характеристики ГПТ независимого возбуждения  
9. Каким образом в магнитопроводе будут протекать вихревые токи?

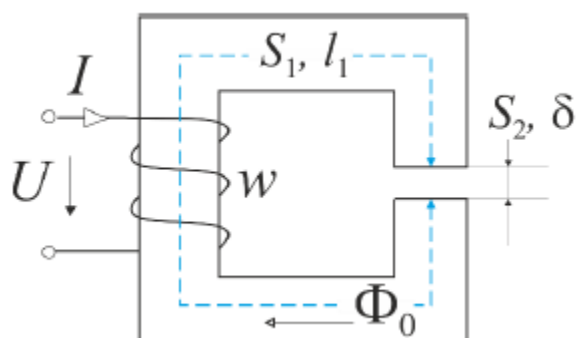


10. Приведите характеристики ГПТ последовательного возбуждения  
11. Чему равны активная и реактивная составляющая напряжения холостого хода? Найти из рисунка:

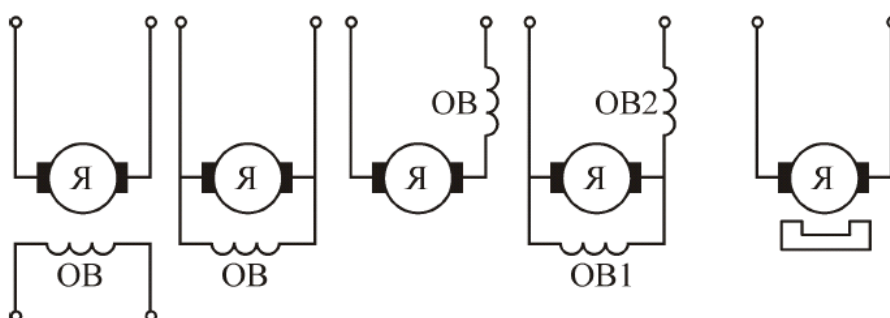


12. Приведите характеристики ГПТ параллельного возбуждения

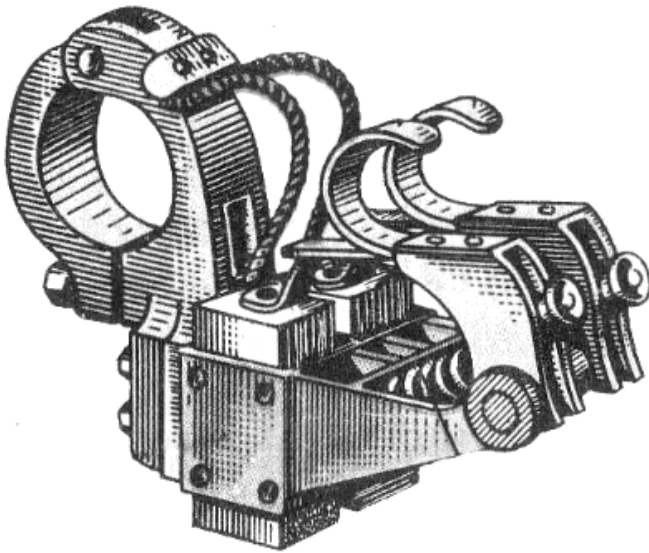
13. Составьте схему замещения магнитной цепи:



14. Определите типы возбуждения МПТ:

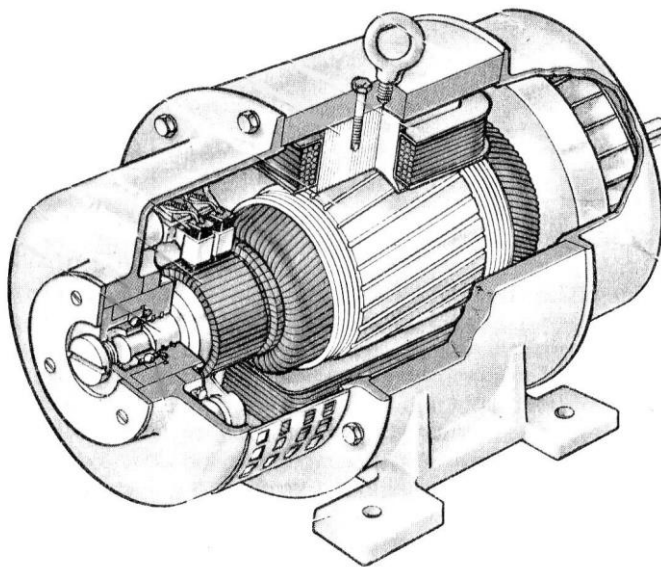


15. Что изображено на рисунке:



16. Приведите график изменения КПД от загрузки двигателя, объясните характерные точки

17. Укажите обмотку якоря:



18. Перечислите один из способов пуска ДПТ в работу, поясните один из них.

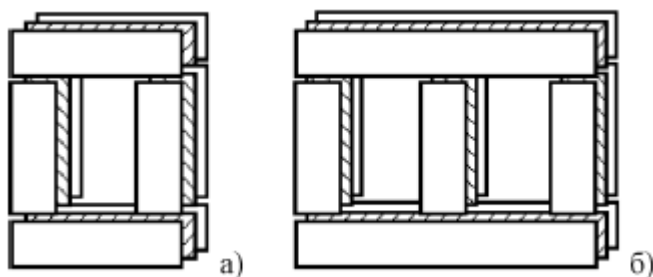
19. Укажите обмотку индуктора

20. Приведите формулу внешней характеристики трансформатора и постройте ее в графическом виде

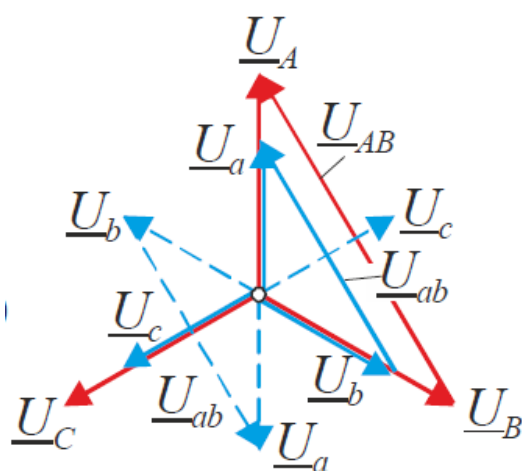
21. Укажите коллектор

22. Определите назначение дополнительных полюсов машины постоянного тока

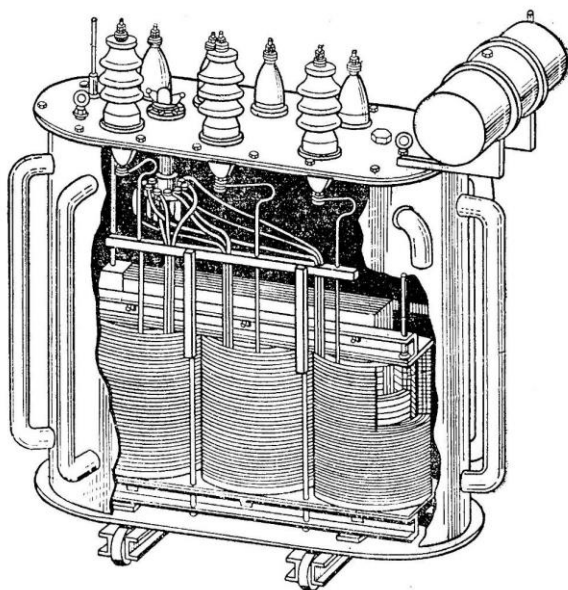
23. Определите типы сердечников однофазного трансформатора:



24. Определите группу соединения трансформатора, кратко поясните:

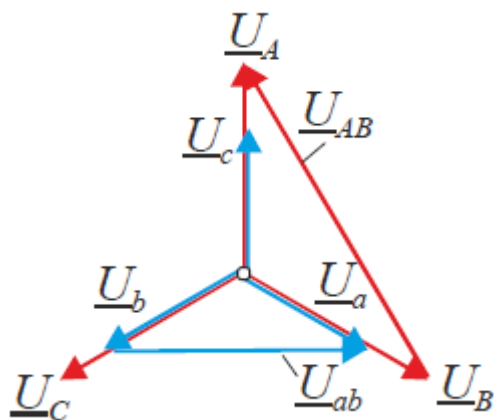


25. Укажите расширительный бак трансформатора:



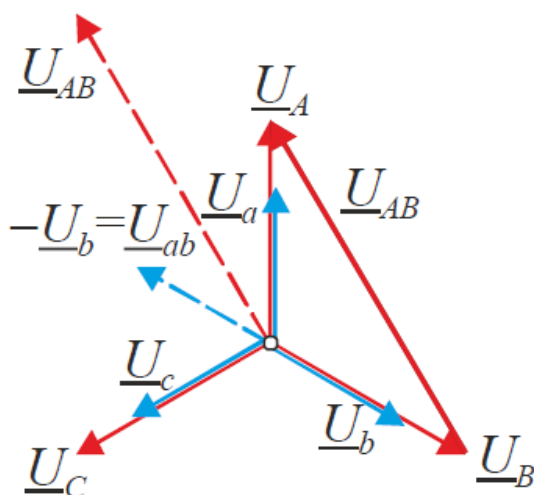
26. Определите группу соединения трансформатора, кратко поясните:





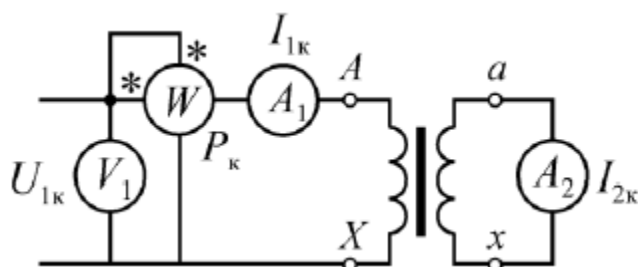
27. Укажите изоляторы ВН трансформатора:

28. Определите группу соединения трансформатора, кратко поясните:



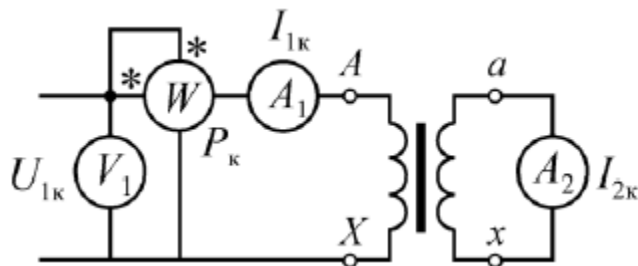
29. Укажите изоляторы НН трансформатора

30. Определите возможные параметры схемы замещения из опыта, изображённого на рисунке

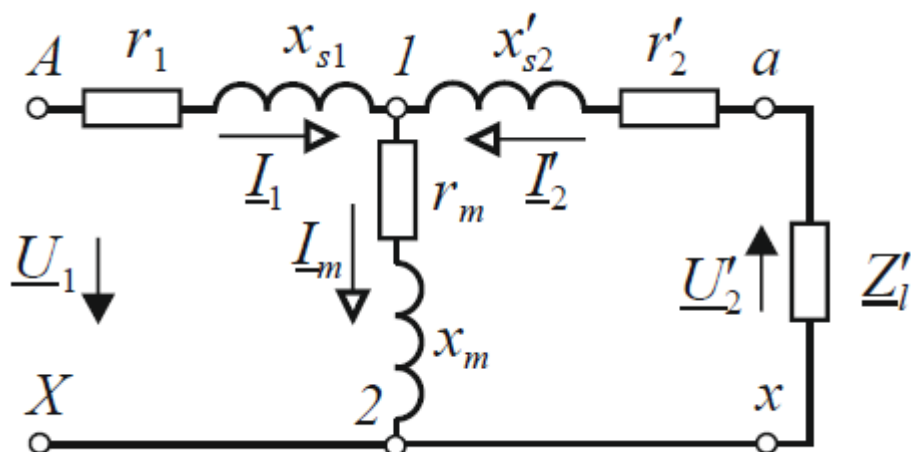


31. Определите возможную марку трансформатора с указанием мощности и уровней напряжения

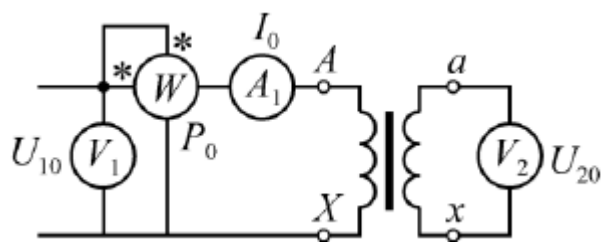
32. Определите возможные паспортные данные трансформатора схемы замещения из опыта, изображённого на рисунке



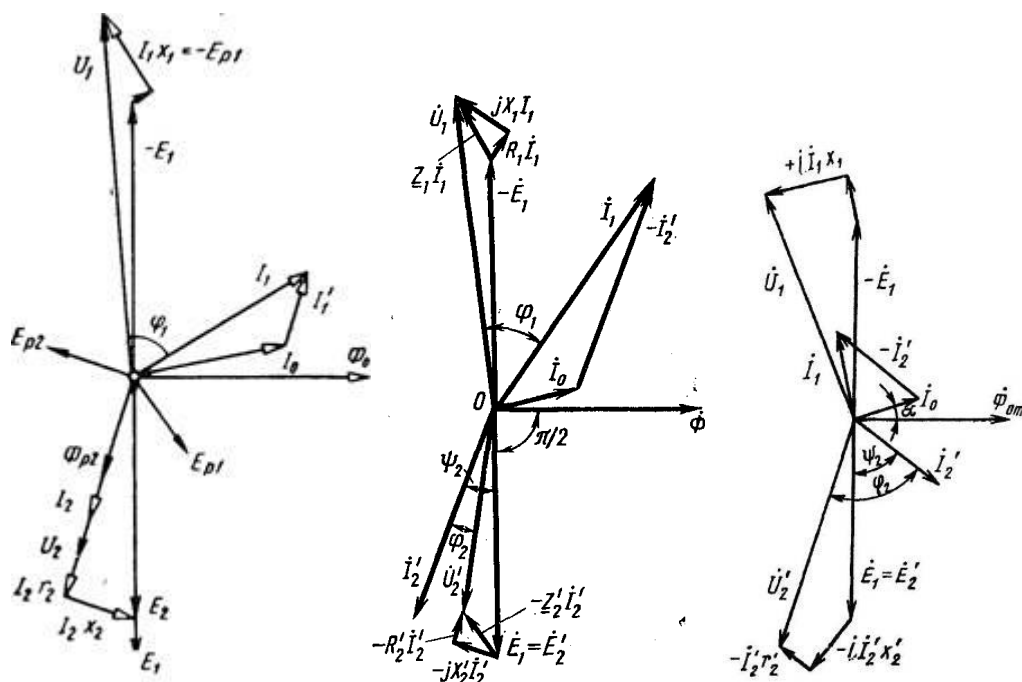
33. Что изображено на рисунке?



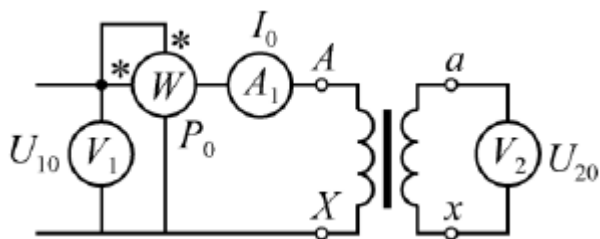
34. Определите возможные параметры схемы замещения из опыта, изображённого на рисунке



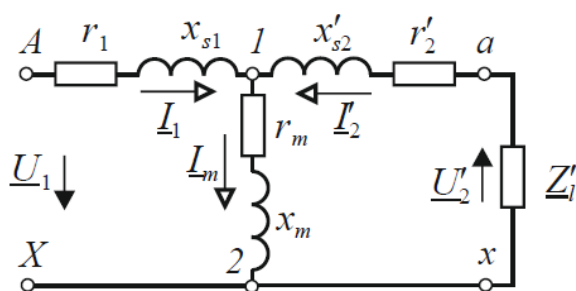
35. Какому характеру нагрузки соответствует векторная диаграмма трансформатора?



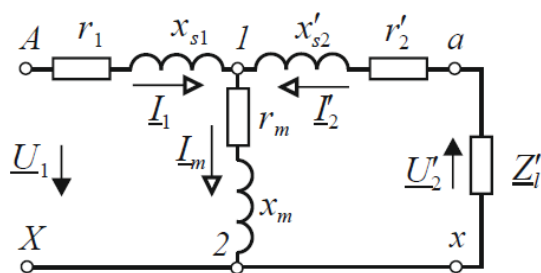
36. Определите возможные паспортные данные трансформатора схемы замещения из опыта, изображённого на рисунке



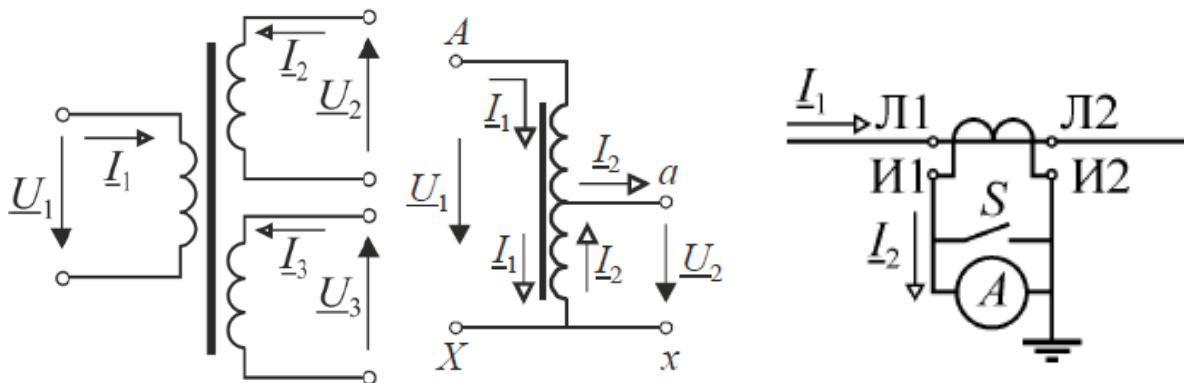
37. Нарисуйте Г-образную схему замещения трансформатора, если известна Т-образная



38. Как определить параметры вторичной обмотки приведённого трансформатора при известных параметрах трансформатора с коэффициентом трансформации:



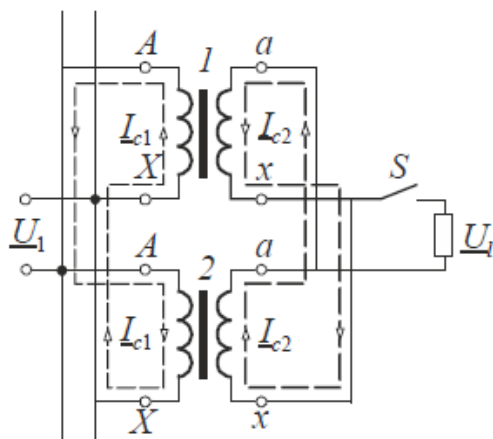
39. Определите тип трансформатора:



40. Нарисуйте зависимость КПД от загрузки трансформатора и поясните характерные точки. Определите загрузку трансформатора, соответствующую максимальной КПД, если известны паспортные данные трансформатора

41. Что является недостатком трехстержневой магнитной системы трехфазного трансформатора

42. Поясните, почему не стоит включать на параллельную работу два трансформатора с различными коэффициентами трансформации. Коэффициент трансформации какого трансформатора больше (пояснить)? :



## **Оформление письменной работы согласно МИ 4.2-5/47-01-2013**

### Общие требования к построению и оформлению учебной текстовой документации

## **Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **Основная литература**

1. Вольдек, Александр Иванович. Электрические машины. Машины переменного тока : учебник / Вольдек Александр Иванович, Попов Виктор Васильевич. – Санкт-Петербург : Питер, 2010. – 350 с. : ил. – (Учебное пособие). – ISBN 978-5-469-01381-5 : 347-00.
2. Беспалов, Виктор Яковлевич. Электрические машины : учеб. Пособие / Беспалов Виктор Яковлевич, Котеленец Николай Федорович. – 2-е изд., испр. – Москва : Академия, 2008. – 320с. – ISBN 978-5-7695-5395-0 : 503-00.

Издания из ЭБС:

3. Игнатович, Виктор Михайлович. Электрические машины и трансформаторы : Учебное пособие / Игнатович Виктор Михайлович; Игнатович В.М., Ройз Ш.С. – 6-е изд. – М. : Издательство Юрайт, 2017. – 181. – (Университеты России). – ISBN 978-5-534-00881-4 : 76.99.
4. Копылов, Игорь Петрович. Электрические машины : Учебник / Копылов Игорь Петрович; Копылов И.П. – 2-е изд. – М. : Издательство Юрайт, 2014. – 675. – (Бакалавр. Академический курс). – ISBN 978-5-9916-3803-6 : 1000.00.

### **Дополнительная литература**

5. Вольдек, Александр Иванович. Электрические машины. Введение в электромеханику. Машины постоянного тока и трансформаторы : учебник / Вольдек Александр Иванович, Попов Виктор Васильевич. – Санкт-Петербург : Питер, 2008. – 320 с. : ил. – 348-00.
6. Кацман, Марк Михайлович. Лабораторные работы по электрическим машинам и электрическому приводу : учеб. Пособие / Кацман, Марк Михайлович. – 7-е изд., стер. – Москва : Академия, 2011. – 256 с. – (Среднее профессиональное образование). – ISBN 978-5-7695-8195-3 : 398-20.

### **Собственные учебные пособия**

7. Гераськов, С.А. Расчет трехфазных силовых трансформаторов с масляным охлаждением: Учеб. Пособие. – Чита: ЧитГУ, 2005.- 148с.

### **Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

8. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [www.biblioclub.ru](http://www.biblioclub.ru)
9. ЭБС «Лань» [www.e.lanbook.ru](http://www.e.lanbook.ru)

10. ЭБС «Юрайт» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru)

11. ЭБС «Консультант студента» [www.studentlibrary.ru](http://www.studentlibrary.ru)

Ведущий преподаватель

Дейс Д.А.

Заведующий кафедрой

Лапшакова Л.А.

## Выбор варианта для контрольной работы

Две последние цифры зачетки	Трансформаторы				Машины постоянного тока			
	Задача	Вариант	Задача	Вариант	Задача	Вариант	Задача	Вариант
00	1.2	ТМ-50/6	1.15	8	5.1	2	5.12	Д-808
01	1.2	ТМ-100/6	1.15	9	5.1	3	5.12	Д-810
02	1.2	ТМ-180/6	1.15	10	5.1	4	5.12	Д-812
03	1.2	ТМ-320/6	1.8	2	5.1	5	5.12	Д-814
04	1.2	ТМ-560/35	1.8	3	5.1	6	5.12	Д-32
05	1.2	ТМГ-750/35	1.8	4	5.1	7	5.12	Д-41
06	1.2	ТМ-1000/6	1.8	5	5.1	8	5.13	Д21
07	1.2	ТМ-10/6	1.8	6	5.1	9	5.13	Д22
08	1.3	2	1.8	7	5.1	10	5.13	Д31
09	1.3	3	1.8	8	5.2	2	5.13	Д32
10	1.3	4	1.8	9	5.2	3	5.10	2
11	1.3	5	1.8	10	5.2	4	5.10	3
12	1.4	2	1.9	2	5.2	5	5.10	4
13	1.4	3	1.9	3	5.3	2	5.10	5
14	1.4	4	1.9	4	5.3	3	5.10	6
15	1.4	5	1.9	5	5.3	4	5.11	2ПО200М
16	1.4	6	1.9	6	5.3	5	5.11	2ПОФ200М
17	1.4	7	1.9	7	5.3	6	5.11	2ПФ200L
18	1.4	8	1.9	8	5.3	7	5.11	2ПН225М
19	1.4	9	1.9	9	5.4	2	5.11	2ПФ225М
20	1.4	10	1.9	10	5.4	3	5.11	2ПО180М
21	1.5	ТМ-40/6	1.10	2	5.4	4	5.14	2
22	1.5	ТМ-63/10	1.10	3	5.4	5	5.14	3
23	1.5	ТМ-100/6	1.10	4	5.4	6	5.14	4
24	1.5	ТМ-160/10	1.10	5	5.4	7	5.8	2
25	1.5	ТМ-250/6	1.10	6	5.4	8	5.8	3
26	1.6	ТМ-1000/10	1.10	7	5.4	9	5.8	4
27	1.6	ТМ-1600/10	1.10	8	5.4	10	5.8	5
28	1.6	ТМ-2500/10	1.10	9	5.5	2	5.8	6
29	1.6	ТМ-4000/10	1.10	10	5.5	3	5.9	2ПО200М
30	1.6	ТМ-6300/10	1.11	ТМ-160/35	5.5	4	5.9	2ПОФ200М
31	1.7	ТМ-1000/10	1.11	ТМ-250/35	5.5	5	5.9	2ПФ200L
32	1.7	ТМ-1600/10	1.11	ТМ-400/35	5.5	6	5.9	2ПН225М
33	1.7	ТМ-2500/10	1.11	ТМ-630/35	5.5	7	5.9	2ПФ225М
34	1.7	ТМ-4000/10	1.11	ТМ-1000/35	5.6	2	5.9	2ПО180М
35	1.7	ТМ-6300/10	1.11	ТМ-1600/35	5.6	3	5.11	2ПО200М
36	1.8	2	1.11	ТМ-2500/35	5.6	4	5.11	2ПОФ200М
37	1.8	3	1.11	ТМ-4000/35	5.6	5	5.11	2ПФ200L
38	1.8	4	1.11	ТМ-6300/35	5.7	2	5.11	2ПН225М
39	1.8	5	1.12	ТС3-160/10	5.7	3	5.11	2ПФ225М
40	1.8	6	1.12	ТС3-250/6	5.7	4	5.11	2ПО180М
41	1.8	7	1.12	ТС3-250/10	5.7	5	5.12	Д-808

Две последние цифры зачетки	Трансформаторы				Машины постоянного тока			
	Задача	Вариант	Задача	Вариант	Задача	Вариант	Задача	Вариант
42	1.8	8	1.12	ТСЗ-400/6	5.8	2	5.12	Д-810
43	1.8	9	1.12	ТСЗ-400/10	5.8	3	5.12	Д-812
44	1.8	10	1.12	ТСЗ-630/6	5.8	4	5.12	Д-814
45	1.9	2	1.12	ТСЗ-630/10	5.8	5	5.1	2
46	1.9	3	1.12	ТСЗ-1000/6	5.8	6	5.1	3
47	1.9	4	1.12	ТСЗ-1000/10	5.9	2ПО200М	5.1	4
48	1.9	5	1.12	ТСЗ-1600/10	5.9	2ПОФ200М	5.1	5
49	1.9	6	1.13	2	5.9	2ПФ200L	5.1	6
50	1.9	7	1.13	3	5.9	2ПН225М	5.1	7
51	1.9	8	1.13	4	5.9	2ПФ225М	5.1	8
52	1.9	9	1.13	5	5.9	2ПО180М	5.1	9
53	1.9	10	1.14	2	5.10	2	5.1	10
54	1.10	2	1.14	3	5.10	3	5.5	3
55	1.10	3	1.14	4	5.10	4	5.5	4
56	1.10	4	1.14	5	5.10	5	5.5	5
57	1.10	5	1.14	6	5.10	6	5.5	6
58	1.10	6	1.14	7	5.11	2ПО200М	5.5	7
59	1.10	7	1.14	8	5.11	2ПОФ200М	5.6	2
60	1.10	8	1.14	9	5.11	2ПФ200L	5.6	3
61	1.10	9	1.15	2	5.11	2ПН225М	5.6	4
62	1.10	10	1.15	3	5.11	2ПФ225М	5.6	5
63	1.11	ТМ-160/35	1.15	4	5.11	2ПО180М	5.2	2
64	1.11	ТМ-250/35	1.15	5	5.12	Д-808	5.2	3
65	1.11	ТМ-400/35	1.15	6	5.12	Д-810	5.2	4
66	1.11	ТМ-630/35	1.15	7	5.12	Д-812	5.2	5
67	1.11	ТМ-1000/35	1.2	ТМ-50/6	5.12	Д-814	5.7	5
68	1.11	ТМ-1600/35	1.2	ТМ-100/6	5.12	Д-32	5.4	6
69	1.11	ТМ-2500/35	1.2	ТМ-180/6	5.12	Д-41	5.4	7
70	1.11	ТМ-4000/35	1.2	ТМ-320/6	5.13	Д21	5.4	8
71	1.11	ТМ-6300/35	1.2	ТМ-560/35	5.13	Д22	5.4	9
72	1.12	ТСЗ-160/10	1.2	ТМГ-750/35	5.13	Д31	5.4	10
73	1.12	ТСЗ-250/6	1.2	ТМ-1000/6	5.13	Д32	5.8	5
74	1.12	ТСЗ-250/10	1.2	ТМ-10/6	5.14	2	5.8	6
75	1.12	ТСЗ-400/6	1.3	2	5.14	3	5.7	2
76	1.12	ТСЗ-400/10	1.3	3	5.14	4	5.7	3
77	1.12	ТСЗ-630/6	1.3	4	5.1	2	5.12	Д-32
78	1.12	ТСЗ-630/10	1.3	5	5.1	3	5.12	Д-41
79	1.12	ТСЗ-1000/6	1.4	2	5.1	4	5.13	Д21
80	1.12	ТСЗ-1000/10	1.4	3	5.1	5	5.13	Д22
81	1.12	ТСЗ-1600/10	1.4	4	5.1	6	5.13	Д31
82	1.13	2	1.4	5	5.1	7	5.13	Д32
83	1.13	3	1.4	6	5.1	8	5.14	2
84	1.13	4	1.4	7	5.1	9	5.14	3
85	1.13	5	1.4	8	5.1	10	5.14	4



Две последние цифры зачетки	Трансформаторы				Машины постоянного тока			
	Задача	Вариант	Задача	Вариант	Задача	Вариант	Задача	Вариант
86	1.14	2	1.4	9	5.2	2	5.9	2ПО200М
87	1.14	3	1.4	10	5.2	3	5.9	2ПОФ200М
88	1.14	4	1.5	ТМ-40/6	5.2	4	5.9	2ПФ200L
89	1.14	5	1.5	ТМ-63/10	5.2	5	5.9	2ПН225М
90	1.14	6	1.5	ТМ-100/6	5.3	2	5.9	2ПФ225М
91	1.14	7	1.5	ТМ-160/10	5.3	3	5.9	2ПО180М
92	1.14	8	1.5	ТМ-250/6	5.3	4	5.10	2
93	1.14	9	1.6	ТМ-1000/10	5.3	5	5.10	3
94	1.15	2	1.6	ТМ-1600/10	5.3	6	5.10	4
95	1.15	3	1.6	ТМ-2500/10	5.3	7	5.10	5
96	1.15	4	1.6	ТМ-4000/10	5.4	2	5.10	6
97	1.15	5	1.6	ТМ-6300/10	5.4	3	5.8	2
98	1.15	6	1.7	ТМ-1000/10	5.4	4	5.8	3
99	1.15	7	1.7	ТМ-1600/10	5.4	5	5.8	4

Пример выбора варианта:

Для студента с номером зачетки 123456 выбираем две последние цифры – 56

В таблице по номеру 56 выбираем:

- 1) блок «Трансформаторы» задачи 1.10 (вариант 4 по табл. 1.7 учебного пособия) и 1.14 (вариант 5 по табл. 1.11 учебного пособия)
- 2) блок «Машины постоянного тока» задачи 5.10 (вариант 5 по табл. 5.11 учебного пособия) и 5.5 (вариант 5 по табл. 5.6. учебного пособия).