

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Шебзухова Татьяна Александровна
Должность: Директор Пятигорского института (филиал) Северо-Кавказского
федерального университета
Дата подписания: 23.08.2023 17:19:56
Уникальный программный ключ:
d74ce93cd40e39275c3ba2f58486412a1c8ef96f

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Пятигорский институт (филиал) СКФУ

УТВЕРЖДАЮ

Зам. директора по учебной работе
Пятигорского института (филиал) СКФУ
М.В. Мартыненко
«__» _____ 20__ г.

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации
«Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

Направленность (профиль)

Передача и распределение электрической энергии в системах электроснабжения

Форма обучения

очная

Год начала обучения

2022 г

Реализуется в 6,7 семестрах

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Введение

1. Назначение фонда оценочных средств – комплекта методических материалов, нормирующих процедуры оценивания результатов обучения, т.е. установления соответствия учебных достижений запланированным результатам обучения и требованиям образовательных программ, рабочих программ дисциплин.

2. ФОС является приложением к программе дисциплины «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем».

3. Разработчик Палий В.А., старший преподаватель кафедры физики, электротехники и электроэнергетики

4. Проведена экспертиза ФОС.

Члены экспертной группы:

Председатель	Масютина Г.В. – зав. кафедрой физики, электротехники и электроэнергетики (Ф.И.О., должность)
Члены комиссии:	Ростова А.Т. – профессор кафедры физики, электротехники и электроэнергетики (Ф.И.О., должность)
	Колесников Г.Ю. – доцент кафедры физики, электротехники и электроэнергетики (Ф.И.О., должность)
Представитель организации-работодателя	Елисеев М.А. – главный энергетик ОАО «Пятигорский хлебокомбинат» (Ф.И.О., должность)

Экспертное заключение: фонд оценочных средств соответствует ОП ВО по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника и рекомендуется для оценивания уровня сформированности компетенций при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации студентов по дисциплине «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»

5. Срок действия ФОС определяется сроком реализации образовательной программы.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Код оцениваемой компетенции, индикатора (ов)	Этап формирования компетенции (№ темы)	Средства и технологии оценки	Вид контроля, аттестация	Тип контроля	Наименование оценочного средства
ПК-1 ИД-2 _{ПК-1} ПК-2 ИД-1 _{ПК-2} ИД-2 _{ПК-2} ИД-3 _{ПК-2}	1-27	Собеседование	Устный	Текущий	Вопросы к собеседованию
	1-27	Письменный отчет о решении типовых, разноуровневых задач	Письменный	Текущий	Комплект разноуровневых заданий
	1-27	Собеседование	Устный	Промежуточный	Вопросы к экзамену

2. Описание показателей и критериев оценивания на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Уровни сформированности компетенции(ий), индикатора (ов)	Дескрипторы			
	Минимальный уровень не достигнут (Неудовлетворительно) 2 балла	Минимальный уровень (удовлетворительно) 3 балла	Средний уровень (хорошо) 4 балла	Высокий уровень (отлично) 5 баллов
Компетенция: ПК-1				
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Индикатор: ИД-2 _{ПК-1} Знает основы релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей. Умеет сопоставлять и анализировать особенности функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики. Владеет навыками составления схем для защиты от аварийных режимов	Отсутствуют знания основ релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей.	Демонстрирует уровень знаний, недостаточный для понимания основ релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей.	Обладает базовыми знаниями основ релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей.	Демонстрирует уверенные знания основ релейной защиты и автоматики линий электропередач, трансформаторов, двигателей.
	Отсутствуют умения сопоставлять и анализировать особенности функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики.	Демонстрирует уровень, недостаточный для умения сопоставлять и анализировать особенности функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики.	Демонстрирует базовый уровень для умения сопоставлять и анализировать особенности	Демонстрирует повышенный уровень для умения сопоставлять и анализировать

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
 ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
 Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
 Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
 Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

			сти функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики.	особенности функционирования существующих схем релейной защиты и автоматики.
	Отсутствуют навыки владения навыками составления схем для защиты от аварийных режимов трансформаторов, двигателей, линий электропередач.	Демонстрирует недостаточный уровень владения навыками составления схем для защиты от аварийных режимов трансформаторов, двигателей, линий электропередач.	Демонстрирует базовый уровень владения навыками составления схем для защиты от аварийных режимов трансформаторов, двигателей, линий электропередач.	Уверенно владеет навыками составления схем для защиты от аварийных режимов трансформаторов, двигателей, линий электропередач.

Компетенция: ПК-2

Результаты обучения по дисциплине (модулю): Индикатор: ИД-1 _{ПК-2} Знает принципы действия современных устройств релейной защиты и автоматики, современную элементную базу релейной защиты и автоматики.	Отсутствуют знания принципов действия современных устройств релейной защиты и автоматики, современную элементную базу релейной защиты и автоматики.	Демонстрирует уровень знаний, недостаточный для понимания принципов действия современных устройств релейной защиты и автоматики, современную элементную базу релейной защиты и автоматики.	Обладает базовыми знаниями принципов действия современных устройств релейной защиты и автоматики, современную элементную базу релейной защиты и автоматики.	Демонстрирует уверенные знания принципов действия современных устройств релейной защиты и автоматики, современную элементную базу релейной защиты и автоматики.
--	---	--	---	---

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

				автоматики.
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Индикатор: ИД-2 _{ПК-2} Умеет проводить усовершенствование существующих схем релейной защиты и автоматики, проверять и настраивать основные типы релейных защит.	Отсутствуют умения проводить усовершенствование существующих схем релейной защиты и автоматики, проверять и настраивать основные типы релейных защит.	Демонстрирует уровень, недостаточный для умения проводить усовершенствование существующих схем релейной защиты и автоматики, проверять и настраивать основные типы релейных защит.	Демонстрирует базовый уровень для умения проводить усовершенствование существующих схем релейной защиты и автоматики, проверять и настраивать основные типы релейных защит.	Демонстрирует повышенный уровень для умения проводить усовершенствование существующих схем релейной защиты и автоматики, проверять и настраивать основные типы релейных защит.
Результаты обучения по дисциплине (модулю): Индикатор: ИД-3 _{ПК-2} Владеет навыками расчёт установок релейной защиты.	Отсутствуют навыки владения навыками расчёт установок релейной защиты.	Демонстрирует недостаточный уровень владения навыками расчёт установок релейной защиты.	Демонстрирует базовый уровень владения навыками расчёт установок релейной защиты.	Уверенно владеет навыками расчёт установок релейной защиты.

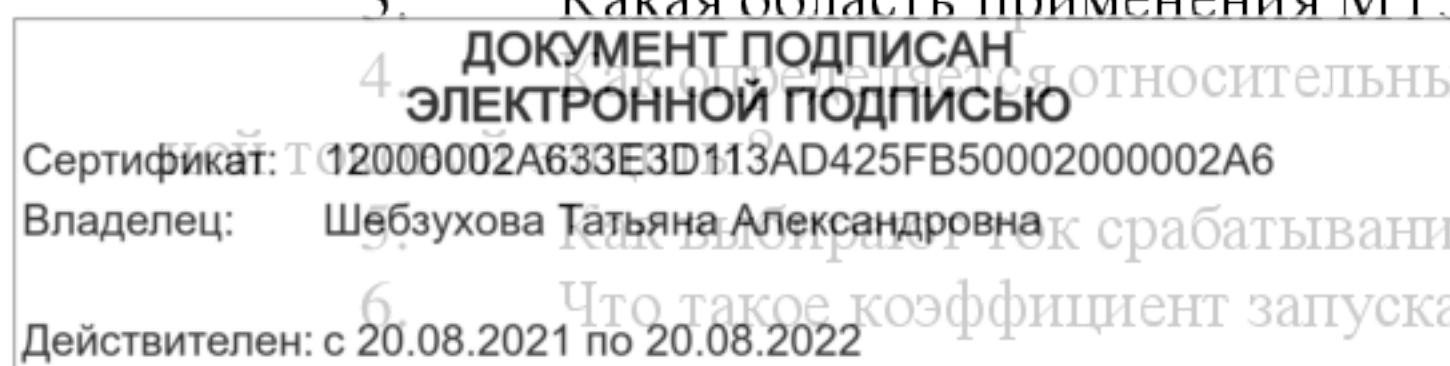
Описание шкалы оценивания

Рейтинговая система успеваемости студентов не предусмотрена для заочной формы обучения.

3. Типовые контрольные задания и иные материалы, характеризующие этапы формирования компетенций

Вопросы для собеседования

1. Что такое максимальная токовая защита (МТЗ) и как она выполняется?
2. Какие достоинства и недостатки максимальных токовых защит?
3. Какая область применения МТЗ?
4. Как определяется коэффициент чувствительности максимальной токовой защиты?
5. Как выполняется срабатывание МТЗ?
6. Что такое коэффициент запуска, коэффициент отстройки?



7. Что такое максимальные токовые направленные защиты?
8. Как выполняют МТЗ с зависимыми характеристиками выдержки времени?
9. Каковы принцип действия и область применения ТО линии электропередачи?
10. Каково назначение элементов релейной частей защиты?
11. Алгоритм работы защиты при к.з. на защищаемой ЛЭП?
12. Виды токовых защит, их краткая характеристика и отличие друг от друга.
13. Принцип действия и селективность МТЗ.
14. Выбор тока срабатывания МТЗ.
15. Выбор выдержки времени МТЗ.
16. Схема двухфазной двухрелейной МТЗ с независимой выдержкой времени.
17. Схема двухфазной трехрелейной МТЗ с независимой выдержкой времени.
18. Схема двухфазной трехрелейной МТЗ с зависимой выдержкой времени.
19. Согласование защит по чувствительности.
20. Принцип действия ТО.
21. Мгновенные ТО на линиях с односторонним питанием.
22. ТО с выдержкой времени.
23. ТО с блокировкой по напряжению.
24. Каковы принцип действия и область применения дифференциальной токовой защиты линии электропередачи?
25. Каково назначение элементов релейной частей защиты?
26. Алгоритм работы защиты при к.з. на защищаемой ЛЭП?
27. Каковы принцип действия и область применения дифференциальной защиты трансформатора?
28. Каково назначение элементов релейной частей защиты?
29. Алгоритм работы защиты при к.з. на защищаемом трансформаторе?
30. Когда применяется МТНЗ?
31. Когда имеет место мертвая зона МТНЗ?
32. Укажите достоинства и недостатки 90о схемы включения реле мощности.
33. Назовите основные типы реле мощности.
34. Как выбирается ток срабатывания МТНЗ?
35. Как выбирается время срабатывания МТНЗ?
36. Что такое каскадное действие защит?
37. В каких сетях имеет место каскадное действие защит?
38. Объяснить принцип действия продольной дифференциальной защиты.
39. Почему дифференциальная защита не реагирует на токи нагрузки, токи внешних коротких замыканий и токи качаний генераторов частей электроэнергетической системы?
40. В каком токовом режиме работы защищаемого объекта ток небаланса будет иметь максимальное значение?
41. С каких трансформаторов тока в реальной трехфазной цепи подаются вторичные токи на входы измерительных органов защиты? Привести примеры.
42. Чем объяснить наличие тока небаланса в цепях измерительной части защиты?
43. Сколько трансформаторов тока необходимо использовать на каждом конце защищаемой трехфазной линии электропередачи напряжением 35 кВ?
44. Сколько трансформаторов тока необходимо использовать на каждом конце защищаемой трехфазной линии электропередачи напряжением 220 кВ? Напряжением 110 кВ?
45. Изобразить простейшую электрическую принципиальную схему измерительной части дифференциальной защиты линии электропередачи напряжением 35 кВ, выполненных на трансформаторах; сделать то же для линии напряжением выше 69 кВ.

46. Какой наиболее существенный недостаток имеют дифференциальные защиты линий электропередачи? В чем заключается наибольшая трудность при выполнении таких защит?
47. Где располагаются устройства (комплекты) продольных дифференциальных защит линий? В каких электроустановках? В каких частях этих электроустановок?
48. Каковы причины возникновения погрешностей в работе продольных дифференциальных защит линий электропередачи, за счет чего устраняется их отрицательное воздействие на работу защиты?
49. В чем количественно выражаются, состоят погрешности в работе рассматриваемой защиты?
50. Каким видом селективности обладает изучаемая в этой работе защита?
51. Каково быстродействие изучаемой в работе защиты?
52. Почему дифференциальная защита выполняется без выдержки времени?
53. Чем опасен обрыв соединительного провода в плече дифференциальной защиты?
54. Каковы причины, вызывающие ток небаланса в реле в нормальном режиме и при внешнем КЗ?
55. Как выполнить схему направленной поперечной дифференциальной защиты при отсутствии специального реле направления мощности двустороннего действия?
56. В чем недостаток каскадного действия защиты?
57. Почему наличие блокировки по напряжению повышает чувствительность направленной поперечной дифференциальной защиты?
58. В каких случаях применяется дистанционная защита линий?
59. Назовите параметр на который срабатывает линия.
60. Какие бывают характеристики выдержек времени дистанционной защиты?
61. Каким образом согласовывают дистанционные защиты между собой?
62. Из каких функциональных частей состоит ДЗ, поясните их?
63. Какие бывают характеристики срабатывания дистанционной защиты?
64. Какими достоинствами и недостатками обладает ДЗ?
65. Как выбирается уставка по току для максимальной токовой защиты (МТЗ) с независимой выдержкой времени?
66. Что такое коэффициент схемы, используемый при определении $I_{ср}$?
67. Назовите основной недостаток применения максимальной токовой защиты.
68. В каких случаях и зачем при определении тока срабатывания измерительного органа защиты используется коэффициент схемы?
69. Как выставить уставку тока на реле КА?
70. Почему при выборе уставки по току для максимальной токовой защиты с блокировкой по напряжению не учитывают коэффициент самозапуска двигательной нагрузки?
71. Как влияет наличие пусковых органов напряжения в схеме защиты на ее чувствительность?
72. Назовите основные достоинства и недостатки максимальной токовой защиты с блокировкой по напряжению.
73. Как повлияет обрыв в измерительных цепях напряжения на селективность действия защиты?
74. Как производится оценка чувствительности изучаемой защиты?
75. Зачем на реле тока, напряжения, времени, используемые в данной работе, подается дополнительное питание?
76. Объяснить принцип действия дифференциальной защиты.
77. Как осуществляется компенсация фазового сдвига между линейными вторичными токами защиты измерительных трансформаторов тока сторон силового трансформатора со схемой соединения обмоток «звезда/треугольник» с помощью релейных элементов?

78. Как осуществляется компенсация неравенства величин токов со сторон высшего и низшего напряжений при выполнении дифференциальной защиты силового трансформатора?

79. Почему дифференциальная защита не реагирует на токи нагрузки, токи внешних коротких замыканий и токи асинхронных качаний в электросистеме?

80. В каком токовом режиме работы защищаемого объекта ток небаланса будет иметь максимальное значение?

81. Каково быстродействие дифференциальной защиты трансформаторов?

82. Из-за чего возникают составляющие тока небаланса, циркулирующего в измерительной части дифференциальной продольной защиты реальных современных трансформаторов?

83. В каких цепях и элементах измерительной части протекает ток небаланса дифференциальной защиты силовых трансформаторов?

84. Какие требования предъявляются к трансформаторам тока в устройствах релейной защиты?

85. Как определить однополярные выводы обмоток трансформатора?

86. С какой целью снимаются вольт-амперные характеристики трансформаторов тока?

87. К чему может привести включение в схемы защиты трансформатора тока с неправильно обозначенной полярностью выводов обмоток?

88. Каково назначение нейтрального провода в схеме полной звезды?

89. Что такое коэффициент схемы и почему его нужно учитывать при определении тока срабатывания реле?

90. Какие схемы соединения обмоток трансформаторов тока используются в защитах от многофазных КЗ?

91. Назовите особенности выполнения дифференциальных защит шин?

92. Что входит в зону срабатывания дифференциальной защиты шин?

93. Как действует дифференциальная защита шин при возникновении обрыва?

94. Должна ли срабатывать дифференциальная защита шин при внешних коротких замыканиях?

95. Что необходимо использовать для повышения чувствительности дифференциальной защиты шин?

96. Назовите отличия между дифференциальной защитой шин на $U = 35\text{ кВ}$ и дифференциальной защитой шин на $U 6-10\text{ кВ}$.

97. В каких случаях происходит ускорение срабатывания дифференциальной защиты шин?

98. Схемы организации ЛЗШ?

99. Поведение ЛЗШ при внешнем КЗ?

100. Работа ЛЗШ при КЗ на шинах?

101. Надежность ЛЗШ?

102. Недостатки ЛЗШ?

103. Какие требования предъявляются к устройствам АПВ?

104. Для чего АПВ выполняется с выдержкой времени?

105. Как выбираются уставки УАПВ?

106. Зачем в формуле расчета тока срабатывания измерительного органа защиты используется коэффициент схемы?

107. Какие параметры используются в качестве уставок УАПВ?

108. Для каких линий предпочтительно использовать устройства АПВ?

109. Какие устройства АПВ обеспечивают устройства АПВ воздушных

110. Что является логической посылкой для начала работы схемы АПВ в реальных схемах управления выключателями присоединений, обеспечиваемых этой автоматикой; по каким условиям состояния схемы

111. Какие требования предъявляются к устройствам АПВ сборных шин?

112. Почему УАПВ сборных шин должно предусматривать блокировку при срабатывании газовой защиты?

113. Почему на двухтрансформаторных подстанциях можно обойтись без АПВ сборных шин?

114. За счет чего достигается повышения быстродействия УАПВ шин по сравнению с УАПВ линий электропередачи, всегда ли может наблюдаться такое соотношение?

115. Какие требования предъявляются к устройствам АВР?

116. В чем преимущества и недостатки схем электроснабжения с радиальным питанием?

117. Почему включение питания по резервной цепи осуществляется только после отключения выключателя рабочей цепи?

118. Допускается ли срабатывание УАВР, запускающегося только по признаку исчезновения напряжения и имеющего простейшую схему, при возникновении короткого замыкания на отходящем присоединении ближайшего выключателя рабочей цепи?

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если при проведении собеседования студент показал наличие глубоких исчерпывающих знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой; грамотное и логически стройное изложение материала при ответе; умение в полной мере аргументировать собственную точку, наличие презентации.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если при проведении собеседования студент показал наличие достаточных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой; грамотное изложение материала при ответе; попытки аргументировать собственную точку, наличие презентации.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если при проведении собеседования студент показал наличие поверхностных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной литературой; грамотное изложение материала при ответе с отдельными недочетами и ошибками; отсутствие умения в полной мере аргументировать собственную точку.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если при проведении собеседования студент показал отсутствие знаний по изучаемой проблематике; неумение ориентироваться в информационном пространстве; поверхностное усвоение основной литературы; отсутствие умения в полной мере аргументировать собственную точку.

2. Описание шкалы оценивания

Максимально возможный балл за весь текущий контроль устанавливается равным 55. Текущее контрольное мероприятие считается сданным, если студент получил за него не менее 60% от установленного для этого контроля максимального балла. Рейтинговый балл, выставляемый студенту за текущее контрольное мероприятие, сданное студентом в установленные графиком контрольных мероприятий сроки, определяется следующим образом:

Уровень выполнения контрольного задания		Рейтинговый балл (в % от максимального балла за контрольное задание)
ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ		100
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6	Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна	80
Удовлетворительный		60
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022		

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя собеседование по отдельным темам курса. Собеседование проводится во время практического занятия, вопросы к собеседованию выдаются заранее, чтобы у студента была возможность подготовиться к процедуре, данной оценки знаний.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональные компетенции ПК-1 и ПК-2. Принципиальные отличия заданий базового уровня от повышенного состоят в уровне сложности вопросов. Для ответа на вопросы базового уровня достаточно владения материалом конспекта, для ответа на вопросы повышенного уровня требуется владение дополнительным материалом, демонстрации умения обобщать материал и делать выводы.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо ознакомиться с конспектом лекций, дополнительной литературой и/или информационными источниками. Как правило, у студента есть возможность для подготовки в течение одной-двух недель после окончания изучения темы (тем) курса.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования презентационным материалом, выдержками из журналов (газет), если таковые использовались при подготовке к собеседованию.

При проверке задания, оцениваются:

- наличие глубоких исчерпывающих знаний по изучаемой проблематике;
- умение ориентироваться в информационном пространстве;
- использование и усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой;
- грамотное и логически стройное изложение материала при ответе;
- умение в полной мере аргументировать собственную точку.

Пример оценочного листа

Оценочный лист (ФИО студента) по собеседованию

Темы	Критерии оценки				Итого
	Изложен материала	Усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой	Аргументация собственной точки зрения	Наличие презентации	
Тема 1					
Тема 2					
Тема 3					
Тема 4					
Тема 5					
Тема 6					
Тема 7					
Тема 8					
Тема 9					
Тема 10					
Тема 11					
Тема 12					
Тема 13					
Тема 14					

Сертификат
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Тема 15					
Тема 16					
Тема 17					
Тема 18					
Тема 19					
Тема 20					
Тема 21					
Тема 22					
Тема 23					
Тема 24					
Тема 25					
Тема 26					
Тема 27					

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Комплект разноуровневых задач (заданий)

1. Задачи репродуктивного уровня

Задание №1:

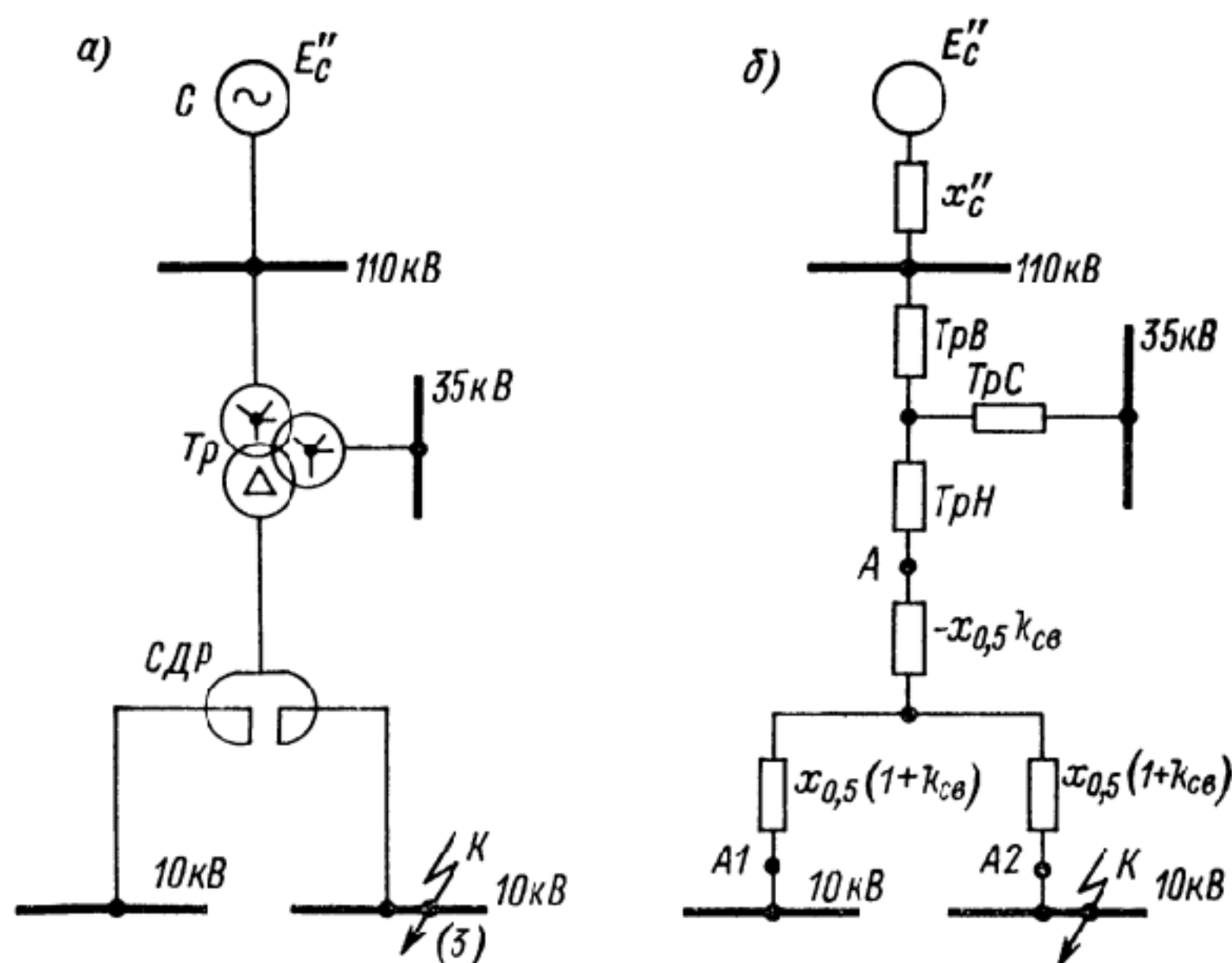
Индуктивное сопротивление линии электропередачи 110 кВ $X_{\text{л}} = 18$ Ом. Выразить сопротивление линии $x_{\text{л}}$ в относительных единицах, приняв за базисную трехфазную мощность $S_{\text{б}} = 100$ МВ·А и междуфазное напряжение $U_{\text{б}} = 115$ кВ.

Задание №2:

Исходные данные реактора: $U_{\text{р. ном}} = 10$ кВ; $I_{\text{р. ном}} = 600$ А; $X_{\text{р. ном}} = 4\%$. Вычислить относительное сопротивление реактора, приведенное к базисным условиям: $U_{\text{б}} = 10,5$ кВ; $S_{\text{б}} = 100$ МВ·А.

Задание №3:

Произвести расчет начального сверхпереходного тока при трехфазном металлическом к. з. на шинах секции 10 кВ (точка К, рис. 1-3, а) по исходным данным: система 121 кВ; $x_{\text{с}} = 5,3$ Ом; трансформатор Тр 80 МВ·А; 115/38,5/11 кВ; $x_{\text{к.вн-сн}} = 10,5\%$; $x_{\text{к.вн-нн}} = 17\%$; $x_{\text{к}} = 6\%$; сдвоенный реактор — ток каждой ветви 3000 А, напряжение 10 кВ, номинальная реактивность одной ветви катушки при отсутствии тока в другой ветви $X_0 = 12\%$, коэффициент связи между двумя ветвями 0,47 [6].



Задание №4:

Полная погрешность трансформаторов тока ε в схемах релейной защиты не должна превышать 10 %. Это обеспечивается, если расчетная нагрузка трансформатора $Z_{\text{н.рсч}}$ не превышает допустимой $Z_{\text{н.доп}}$, которая определяется из характеристики предельной кратности тока трансформатора $k_{10} = f(Z_{\text{н.доп}})$ при 10-процентной погрешности.

Для выбора трансформатора тока требуется также знание его расчетной нагрузки $Z_{\text{н.рсч}}$. Она складывается из сопротивления токовой обмотки реле $Z_{\text{р}}$, сопротивления проводов $R_{\text{пр}}$ и переходного сопротивления контактов. $R_{\text{конт}} = 0,1$ Ом. В зависимости от вида и места КЗ в общем случае $Z_{\text{н.рсч}}$ будет различным. Оно зависит от схемы соединения трансформаторов тока и обмоток реле. Необходимо получить расчетные формулы максимального $Z_{\text{н.рсч}}$ для следующих схем:

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- соединения в полную звезду;
- соединения в неполную звезду;
- двухфазная двухрелейная схема соединения в неполную звезду;

- трехфазная схема соединения ТА в полный треугольник, а реле в полную звезду;
- двухфазная однорелейная схема соединения в неполный треугольник (на разность токов двух фаз).

Задание №5:

Объяснить действие этой защиты при коротком замыкании:

1. Фаз АС на защищаемой линии.
2. Фаз АВ в точке K_1 .

При этом необходимо указать:

- а) пути циркуляции тока в цепях тока и в оперативных цепях защиты;
- б) последовательность срабатывания и возврата отдельных реле и аппаратов от момента возникновения повреждения до момента его ликвидации;
- в) к чему может привести отказ вспомогательного контакта выключателя Q_1 (при отключении выключателя контакт не разомкнулся).

В соответствии со стандартом схема релейной защиты изображена при невозбужденных реле и отключенном выключателе.

Задание №6:

Блок генератор-трансформатор, без генераторного выключателя

Генератор 100 МВА, 6 кВ

- Сверхпереходное реактивное сопротивление КЗ: $X_d'' = 10\%$,
- Активное сопротивление (определение постоянной времени затухания апериодической сост.) $R_G = 0.13\%$ ($T_G = 318$ мс)

Силовой трансформатор блока 6/230 кВ, 120 МВА

- Напряжение КЗ: $u_{X-T} = 15\%$
- Омическое напряжение КЗ: $u_{R-T} = 0,3\%$ ($T_T = 159$ мс)

Вторичная нагрузка ТТ (защита + контрольный кабель): $R_B < 1$ ВА

Определить номинальную предельную кратность ТТ, при которой обеспечивается устойчивость функционирования защиты генератора при возникновении внешних КЗ. Предполагается, что близкие КЗ в системе ликвидируются в течение 150 мс.

Задание №7:

Группа асинхронных электродвигателей напряжением 6 кВ питается от системы бесконечной мощности через трансформатор.

Проверить наличие условия самозапуска электродвигателей после отключения токовой отсечкой наиболее мощного электродвигателя и есть ли необходимость в минимальной защите напряжения. Самозапуск обеспечивается при $U_{ост} = 0,6U_{ном}$. При определении сопротивления электродвигателя в режиме самозапуска принять скольжение $s = 1$.

Задание №8:

На асинхронном электродвигателе напряжением $U = 6$ кВ, подключенном к шинам системы бесконечной мощности, имеется защита от перегрузки, которая выполнена одним реле, включенным на разность токов двух фаз А и С. При определении тока срабатывания защиты принимались коэффициент отстройки $k_{отс}^{III} = 1,1$, коэффициент возврата в $k = 0,8$

Выяснить, будет ли срабатывать эта защита при разрыве фазы электродвигателя, в которую:

- а) включен трансформатор тока;
- б) включен трансформатор тока.

Сопротивления должно оставаться номинальным. Сопротивления, отнесенные к его номинальным параметрам: $X_{*I} = 1,2$;

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

- обратной последовательности $X_{*2} = 0,2$.

2. Задачи реконструктивного уровня

Задание №1:

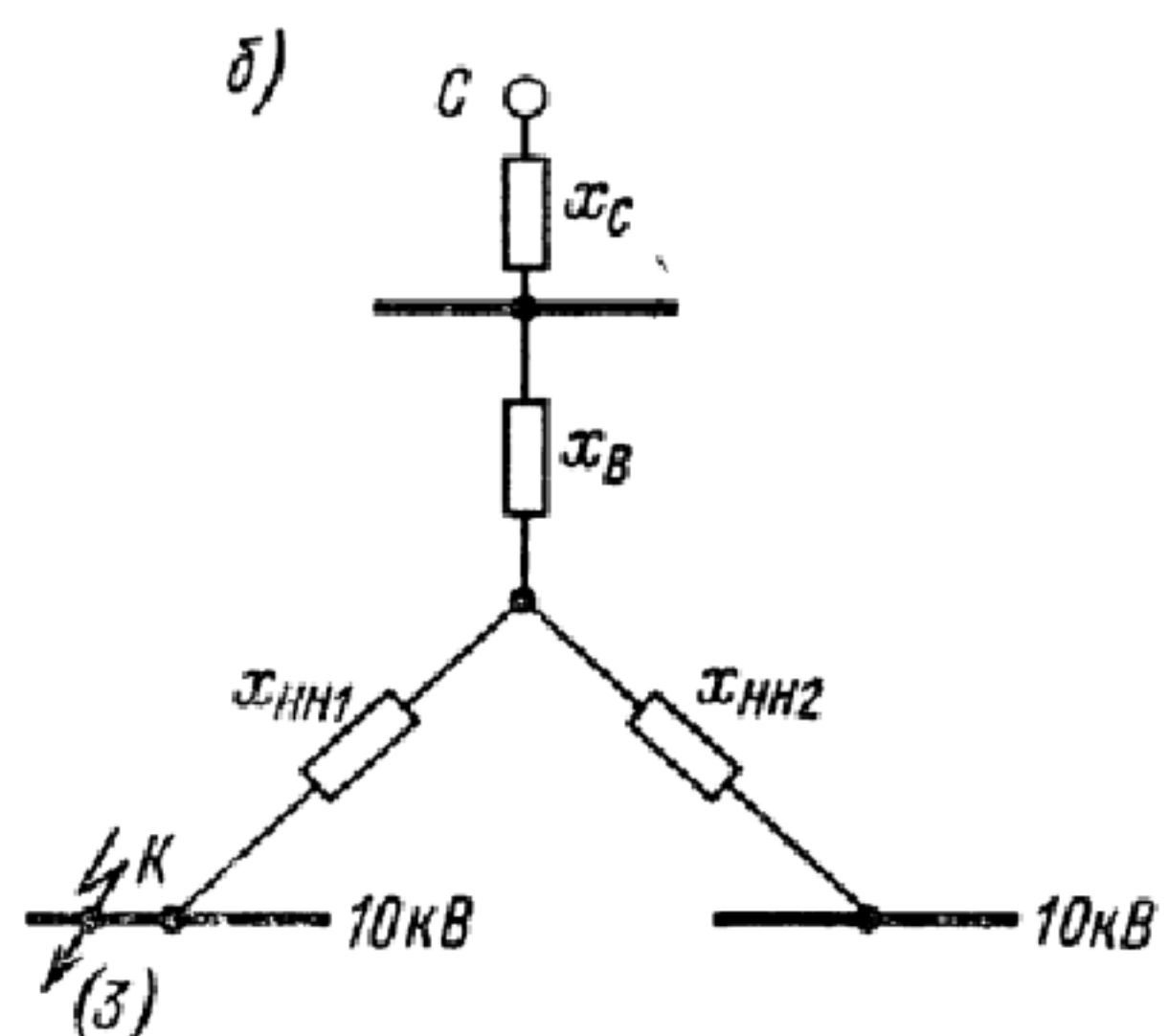
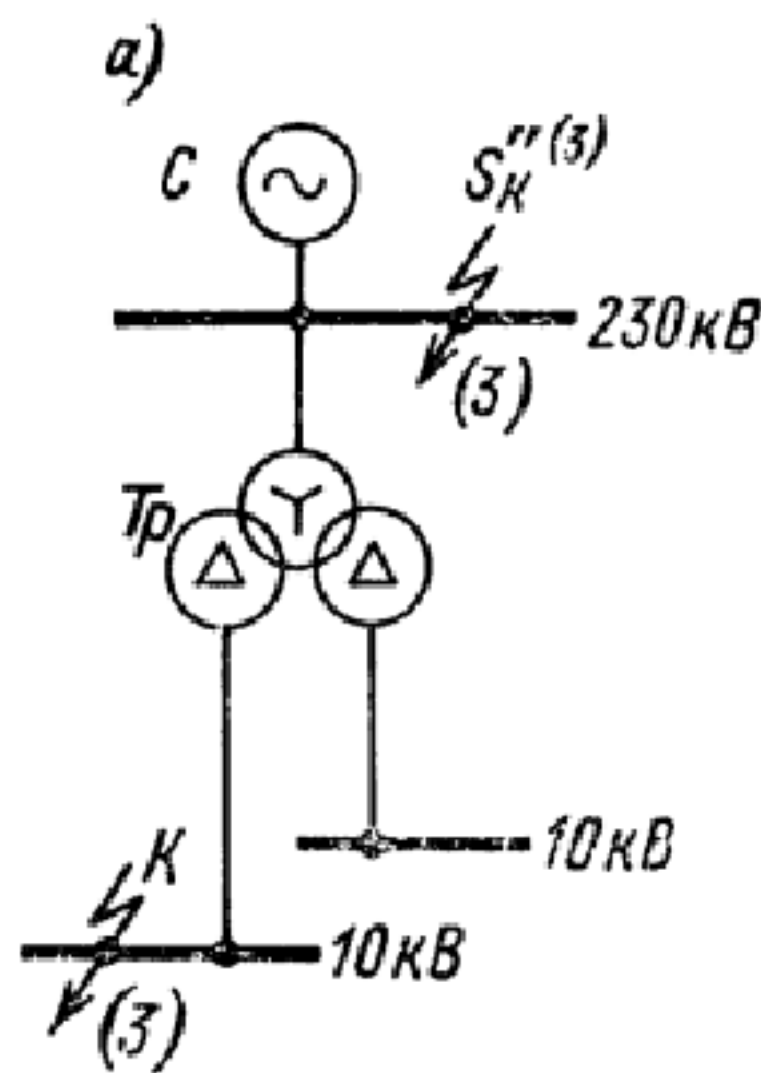
Определить полное сопротивление трехфазного двухобмоточного трансформатора в именованных единицах, приведенное к сторонам высшего и низшего напряжения (ВН и НН), а также в относительных единицах к базисным условиям, по исходным данным: номинальная мощность трансформатора $S_{т.ном} = 16 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, номинальный коэффициент трансформации, т. е. отношение междуфазных напряжений на зажимах ВН и НН при холостом ходе, $k = U_{ном.вн} / U_{ном.нн} = 115 / 6,6 \text{ кВ}$; напряжение короткого замыкания (к. з.) $U_k = 10,5\%$; базисные единицы $S_b = 100 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $V_b = 6,3 \text{ кВ}$.

Задание №2:

Вычислить реактивное X_p (индуктивное), активное R_p и относительное номинальное реактивное сопротивление $x_{*p. ном}$ реактора по исходным данным: $I_{ном} = 400 \text{ А}$; $U_{p. ном} = 10 \text{ кВ}$; номинальные активные p потери на фазу $P_{p. ном} = 4,61 \text{ кВт}$.

Задание №3:

Вычислить начальный сверхпереходный ток и остаточное напряжение на шинах неповрежденной секции 10 кВ при металлическом трехфазном к. з. на шинах другой секции 10 кВ по следующим данным: система — трехфазная мощность к. з. на шинах 230 кВ $S_K''(3) = 2000 \text{ МВ} \cdot \text{А}$; трансформатор Тр — тип ТРДЦН $63 \text{ МВ} \cdot \text{А}$, $230 / 11 / 11 \text{ кВ}$; $u_{квн-нн} = 12\%$ (данные по ГОСТ 15957—70).



Задание №4:

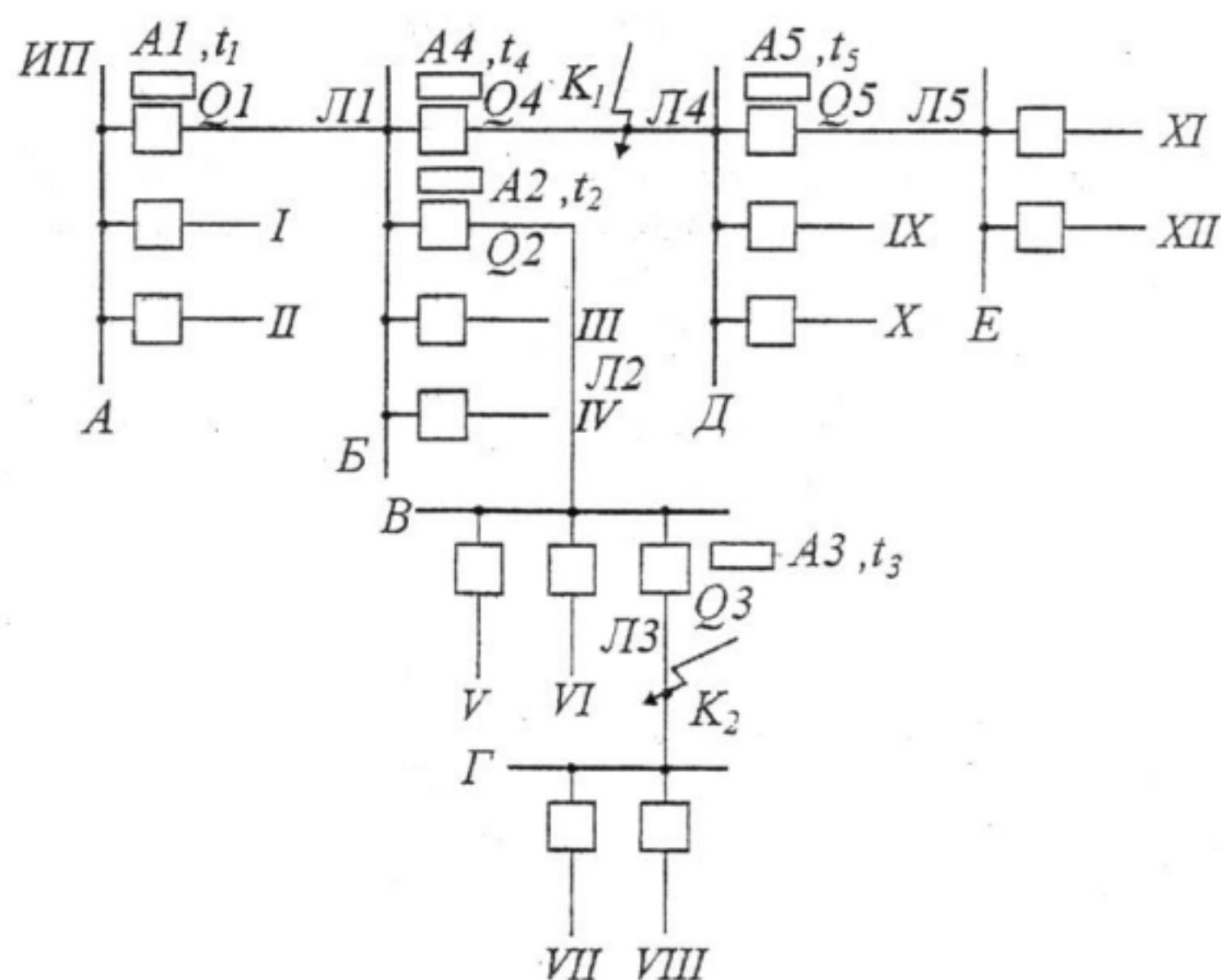
На линиях электрической сети 35 кВ (рис.14) установлены максимальные токовые защиты с независимой характеристикой выдержки времени. Время срабатывания защит в секундах. $t_I \dots t_{XII}$ отходящих линий $I \dots XII$ указано в табл. 1. Необходимо выбрать выдержки времени $t_1 \dots t_5$ защит $A1 \dots A5$. Принять степень селективности $\Delta t = 0,5 \text{ с}$

	t_I	t_{II}	t_{III}	t_{IV}	t_V	t_{VI}	t_{VII}	t_{VIII}	t_{IX}	t_X	t_{XI}	t_{XII}
а	1	1	0,5	2,5	0,	1	0	0	1	1,5	0,5	1
б	1,5	2	2	1,5	1	2,5	1	1,5	1	1,5	1	1,5
в	1,5	2	2	1,5	1	2,5	1	1,5	1,5	2	1	1

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

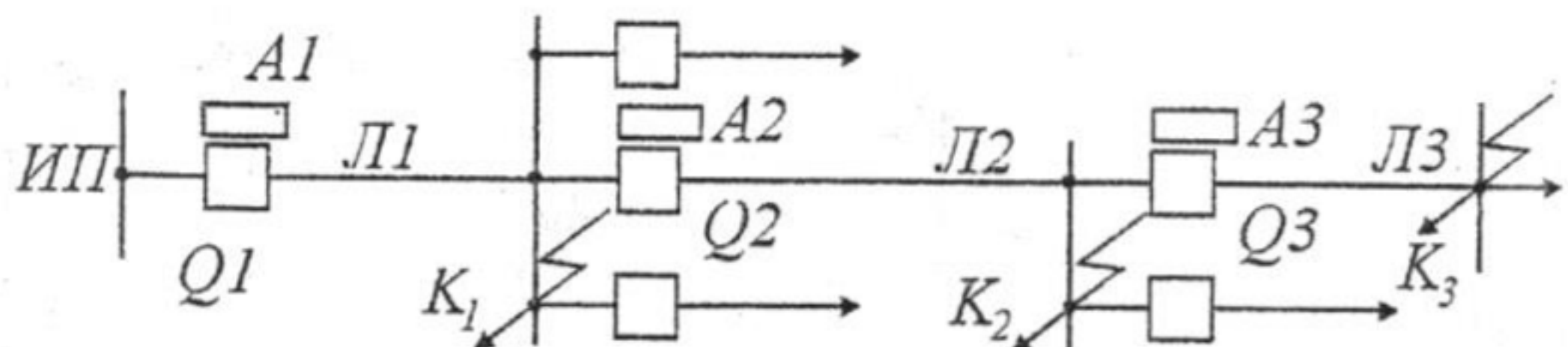


Задание №5:

На линиях $Л_1$, $Л_2$, $Л_3$ установлены максимальные токовые защиты A_1 , A_2 , A_3 соответственно (рис.). Защиты выполнены по схеме неполной звезды. Токи срабатывания защит и значения токов двухфазного КЗ в точках K_1 , K_2 , K_3 даны в таблице.

Токи срабатывания защит, А			Токи двухфазного КЗ при повреждениях в точках, А		
A_1	A_2	A_3	K_1	K_2	K_3
800	500	300	1500	1000	600

Необходимо определить коэффициенты чувствительности защит



Задание №6:

В данном примере определим кривую предельной кратности, т. е. 10%-ную кривую полной погрешности двух последовательно соединенных вторичных обмоток ТТ разных классов точности, но с одинаковыми витковыми коэффициентами трансформации.

3. Задачи творческого уровня

Задание №1:

Определить реактивное (индуктивное) сопротивление X_p и индуктивность L_p двух реакторов по исходным данным: номинальный ток каждого $I_{p. ном} = 0,4$ кА, номинальное напряжение первого $U_{p1 ном} = 6$ кВ, второго $U_{p2 ном} = 10$ кВ, относительное реактивное сопротивление, приведенное к номинальным данным каждого из них, $X_{1 ном} = X_{p2 ном} = 5\%$.

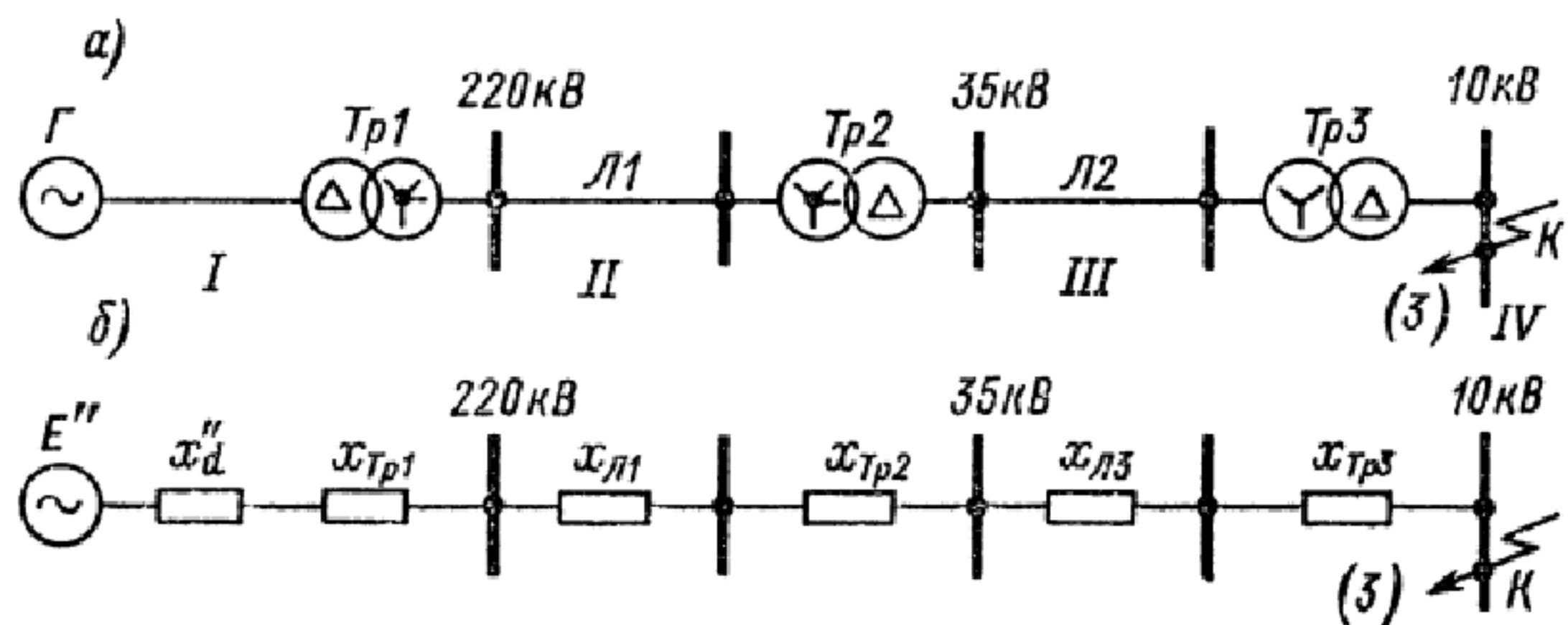
**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Определить на какой ток в генераторе Г и на всех элементах схемы при металлическом трехфазном к. з. на шинах IV (точка К).



Исходные данные элементов схемы, следующие: генератор Г 117,5 МВ-А; 13,8 кВ; $x''_d = 0,138$; $\cos\varphi = 0,85$; до момента к. з. нагрузка генератора соответствовала его номинальным параметрам; трансформатор Tr1 125 МВ-А; 242/13,8 кВ; $u_k = 11\%$; длина линии Л1 — 140 км; $\%d = 0,4$ Ом/км; трансформатор Tr2 100 МВ-А; 230/38,5 кВ; $u_k = 12\%$; длина линии Л2 — 20 км; $\%d = 0,4$ Ом/км; трансформатор Tr3 6,3 МВ-А; 35/11 кВ; $u_k = 7,5\%$.

Расчет выполнить в именованных единицах. Активным сопротивлением пренебречь, так как в этой схеме $R < 0,33x$.

Задание №3:

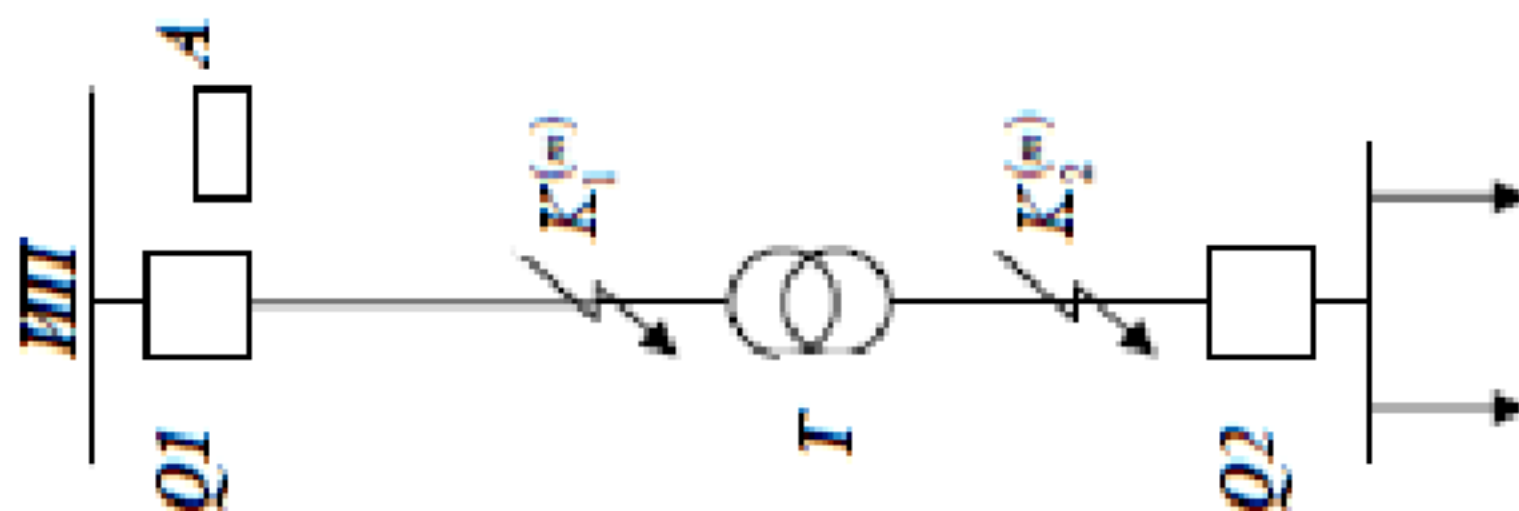
Для выбора тока срабатывания реле $I_{с.р}$ токовых защит и проверки их чувствительности необходимо знать коэффициент схемы, под которым понимают отношение тока в реле I_p ко вторичному фазному току $I_{2\phi}$ трансформатора тока, т.е. $k_{сх}^{(m)} = I_p / I_{2\phi}$. Можно коэффициент схемы выразить и через первичный ток $I_{1\phi}$ и коэффициент трансформации K_I трансформатора тока $k_{сх}^{(m)} = K_I I_p / I_{1\phi}$.

Он зависит от режима работы защищаемого элемента и от схемы соединения трансформаторов тока в реле. Необходимо определить $k_{сх}^{(m)}$ защиты А для нормального режима и различных КЗ в точках $K_1^{(m)}$ и $K_2^{(m)}$ (рис.13.).

В защите использовать:

- трехфазную схему соединения в полную звезду;
- двухфазную двухрелейную и трехрелейную схему соединения в неполную звезду;
- трехфазную схему соединения ТА в полный треугольник, а реле в полную звезду;
- двухфазную однорелейную схему соединения ТА в неполный треугольник (на разность токов).

В схеме блока трансформатор Т может иметь следующие схемы и группы соединения обмоток У/Д–11; Д/Ун–11; У/У–0.



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

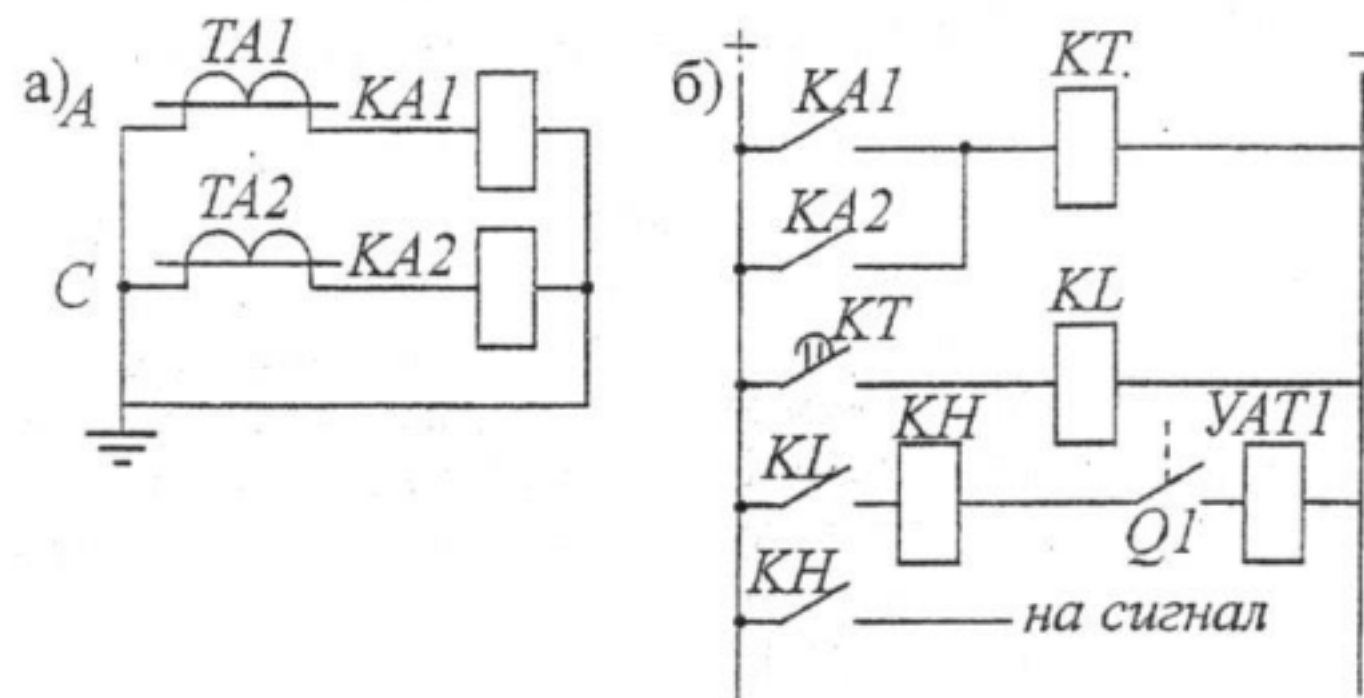
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

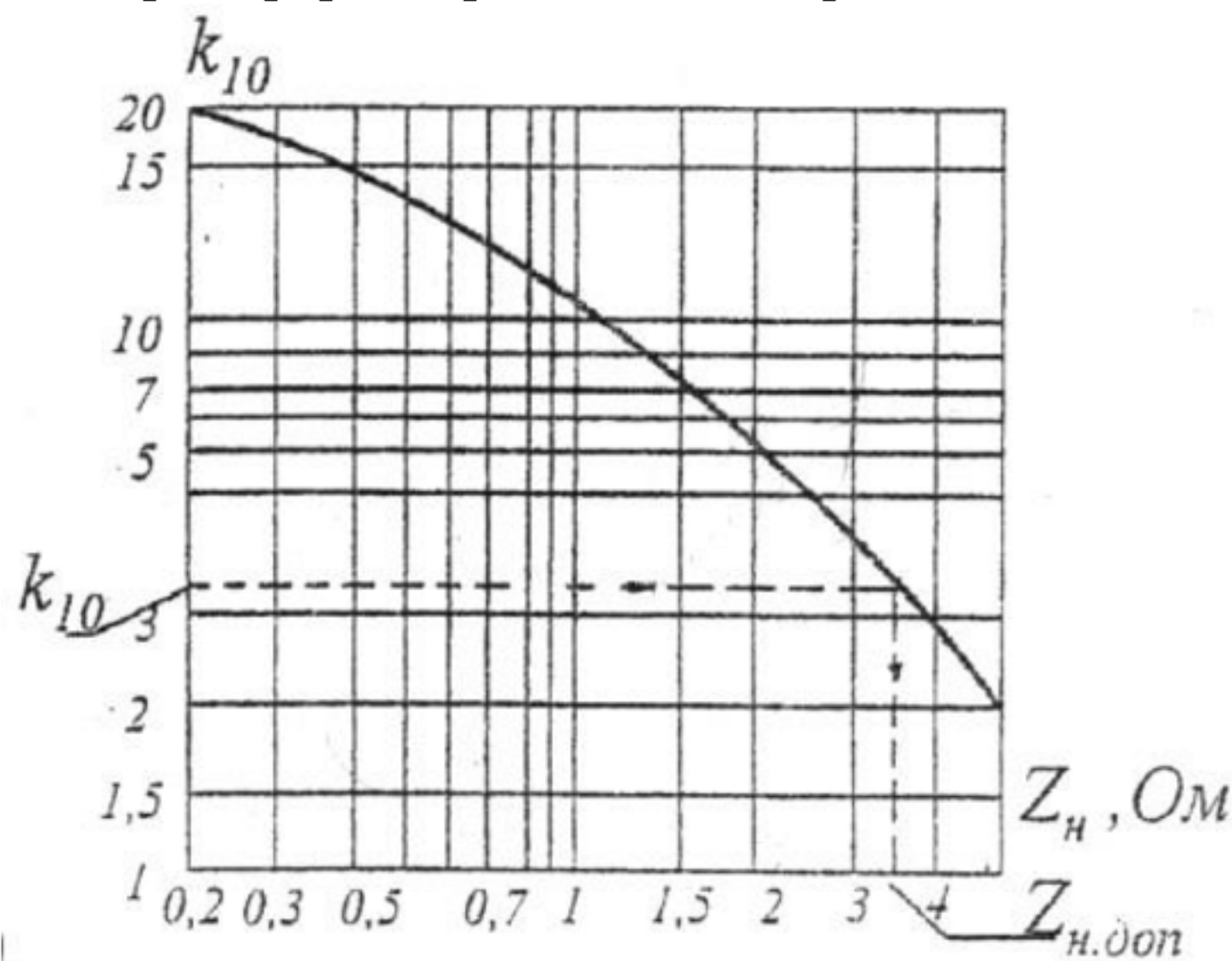
Задание №4:

В системе электроснабжения максимальная токовая защита А1 выполнена по схеме неполной звезды с независимой характеристикой выдержки времени на постоянном оперативном токе.



Задание №5:

Для защиты линии в сети напряжением 10 кВ предусмотрены максимальная токовая защита и токовая отсечка без выдержки времени. В защите использованы реле РТ-40 и постоянный оперативный ток. Максимальный рабочий ток в линии $I_{\text{рабmax}}=80\text{ А}$. Ток срабатывания максимальной токовой защиты $I_{\text{с.з}}^{\text{III}}=191\text{ А}$, ток срабатывания токовой отсечки $I_{\text{с.з}}^{\text{I}}=545\text{ А}$. Реле и трансформаторы тока соединены по схеме неполной звезды. Расстояние между трансформаторами тока и щитом релейной защиты равно $l=200\text{ м}$. Для присоединения реле к трансформаторам тока могут быть использованы либо медные, либо алюминиевые провода. Необходимо выбрать трансформаторы тока и сечение этих проводов так, чтобы полная погрешность трансформаторов тока ε не превышала 10%.

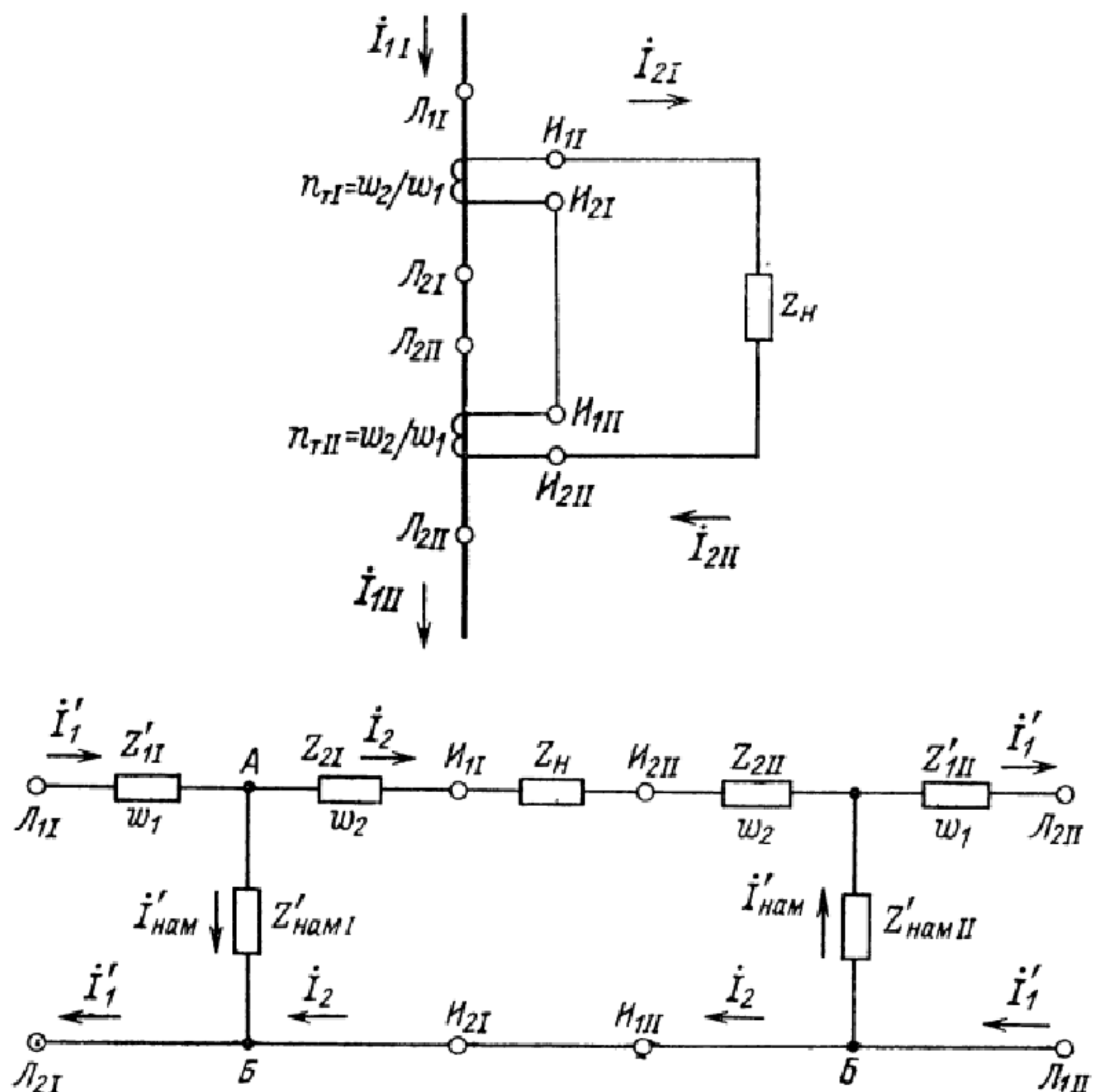


Кривая предельной кратности трансформатора тока ТЛМ для $K_1=50/5 \dots 300/5$, класса Р

Задание №6:

Определить характеристику холостого хода: $f_2=f(I_{\text{нам}})$ двух последовательно соединенных ТТ класса 0,5 и Д типа ТФНДНОМ-Д/Д/0,5 600/5. Характеристики холостого хода ТТ 0,5 и Д. Схемы соединения и замещения такой группы приведены на рис.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	



4. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он своевременно выполнил работу; использовал актуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; представил обоснование выбранной методики расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел точные расчеты; предоставил обоснованные выводы по работе.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он своевременно выполнил работу; использовал достаточно актуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; представил верную методику расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел точные расчеты; предоставил выводы по работе.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он выполнил работу не вовремя; использовал неактуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; представил верную методику расчета; выбрал верную последовательность выполнения работы; произвел неточные расчеты; не предоставил обоснованные выводы по работе.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он несвоевременно выполнил работу; использовал неактуальную основную и дополнительную литературу, нормативные акты; отсутствует обоснование выбранной методики расчета; выбрал неверную

последовательность выполнения работы; произвел неточные расчеты со значительными ошибками; не предоставил обоснованные выводы по работе.

5. Описание шкалы оценивания

Рейтинговая система успеваемости студентов не предусмотрена для заочной формы обучения.

6. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя выполнение разноуровневых задач, выполняемых, как правило, по вариантам и содержащих несколько заданий.

Предлагаемые студенту задания позволяют проверить профессиональные компетенции ПК-1 и ПК-2. Принципиальные отличия заданий разного типа состоят в уровне сложности. Для решения задач репродуктивного уровня достаточно среднего уровня владением теоретических знаний и выполнения типовых расчетов, для решения задач реконструктивного уровня требуется выполнить расчет и/или провести сравнительный анализ, для решения задач творческого уровня - выполнить расчет и/или провести сравнительный анализ, продемонстрировать умение обобщать материал и делать выводы.

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо ознакомиться с конспектом лекций, основной и дополнительной литературой и/или информационными источниками. Задания выполняются непосредственно на практическом занятии, часть заданий (по формулированию выводов) может выноситься на самостоятельную работу.

При выполнении задания студенту предоставляется право пользования калькулятором.

При проверке задания оцениваются:

- своевременное выполнение работы;
- обоснование выбранной методики расчета;
- последовательность выполнения работы;
- точность расчетов;
- наличие выводов;
- обоснованность выводов.

Пример оценочного листа

Выполнение задачи по теме....

Критерии	Оценка
своевременное выполнение работы	
обоснование выбранной методики расчета	
последовательность выполнения работы	
точность расчетов	
наличие выводов	
обоснованность выводов	
Итого	

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

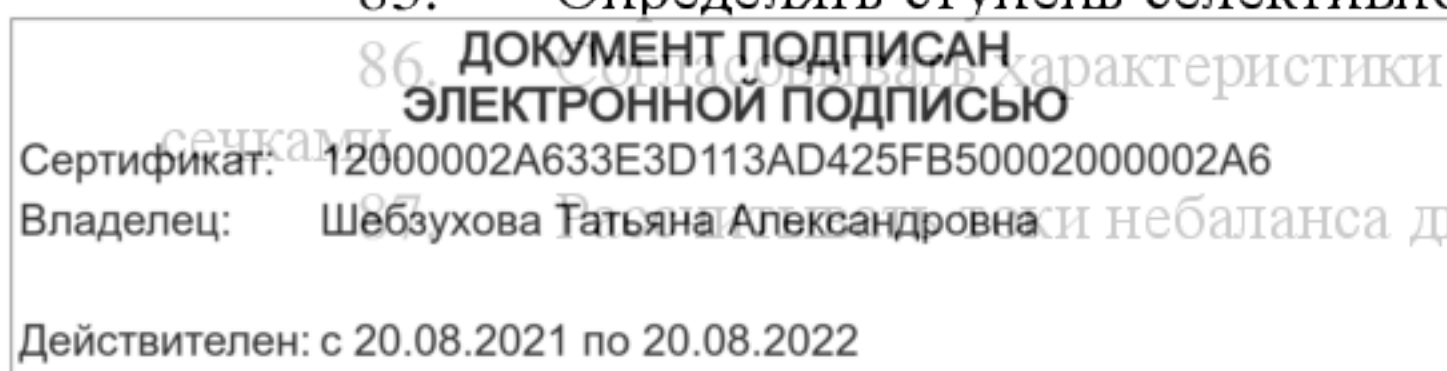
Вопросы к экзамену

Вопросы (задача, задание) для проверки уровня обученности

1. Назначение РЗ.
2. Характеристики токов и напряжений в ненормальных и аварийных режимах распределительных ЭС и основных электроприёмников.
3. Виды КЗ и их векторные диаграммы.
4. Симметричные КЗ в сверхпереходном и установившемся режимах.
5. Электромеханические реле и устройства РЗ.
6. Трансформаторы тока.
7. Схемы соединения трансформаторов тока и реле.
8. Трансформаторы напряжения.
9. Схемы соединения трансформаторов напряжения и реле.
10. Вторичные реле прямого действия. Вторичные реле косвенного действия на постоянном оперативном токе.
11. Индукционные измерительные реле и реле направления мощности.
12. Реле времени.
13. Промежуточные реле.
14. Указательные реле.
15. Реакторы и трансреакторы.
16. Магнитные усилители и насыщающиеся трансформаторы тока.
17. Системы, схемы и устройства оперативного тока.
18. Принципы построения и основные типы релейных защит.
19. Принцип построения максимальной токовой защиты.
20. Принцип построения токовой отсечки.
21. Принцип построения максимальной направленной токовой защиты.
22. Защиту предохранителями и автоматическими воздушными выключателями.
23. Защиту воздушных и кабельных ЛЭП.
24. Принцип построения дифференциальной токовой защиты.
25. Продольную дифференциальную защиту линий и её особенности.
26. Поперечную дифференциальную токовую защиту.
27. Принцип действия, виды и характеристики дистанционной защиты.
28. Назначение и основные виды защиты трансформаторов.
29. Газовую защиту трансформаторов.
30. Виды повреждений электродвигателей и виды их защит.
31. Фазоповоротные и частотно-зависимые схемы.
32. Фильтры симметричных составляющих тока и напряжения.
33. Измерительные реле на основе полупроводниковой неинтегральной элементной базы.
34. Измерительные реле на основе полупроводниковой интегральной элементной базы.
35. Измерительные реле на основе микропроцессорной элементной базы.
36. Управляемые предохранители.
37. Способы повышения чувствительности дифференциальной защиты.
38. Дистанционная защита на направленном реле полного сопротивления с эллиптическими характеристиками.
39. Каскадное действие направленных токовых защит.
40. Характеристики аппаратов резервного электрооборудования.

41. ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна
42. Назначение АПВ.
43. Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

45. Классификацию устройств АПВ.
46. Основные требования к схемам АПВ.
47. Устройства АПВ однократно действия.
48. Особенности выполнения схем АПВ на телемеханизированных подстанциях.
49. Особенности выполнения схем АПВ на воздушных выключателях.
50. Принцип выполнения схем АПВ на переменном токе.
51. Схему двукратного АПВ для масляных выключателей.
52. Несинхронное АПВ.
53. Быстродействующее АПВ.
54. АПВ с ожиданием синхронизма.
55. Назначение АВР.
56. Основные требования к схемам АВР.
57. Автоматическое включение резерва на подстанциях.
58. Автоматическое включение резервных трансформаторов на подстанциях.
59. Автоматическое регулирование напряжения в электрических сетях.
60. Автоматическое регулирование напряжения трансформаторов.
61. Принцип ускорения защиты после АПВ.
62. Принцип ускорения защиты до АПВ.
63. Сетевые АВР.
64. Автоматическое включение синхронных генераторов на параллельную работу.
65. Автоматическое регулирование напряжения на шинах подстанции.
66. Принципы автоматического регулирования частоты в энергосистеме.
67. Принципы автоматического регулирования перетоков мощности.
68. Основы диспетчерского управления.
69. Принципы автоматической частотной разгрузки.
70. Назначение и классификацию устройств противоаварийной автоматики.
71. Производить расчёты токов КЗ в сверхпереходном и установившемся режимах.
72. Определять погрешности трансформаторов тока и напряжения.
73. Определять ток срабатывания максимальных токовых защит.
74. Определять зону действия и ток срабатывания токовых отсеков.
75. Рассчитывать степень селективности максимальной токовой защиты.
76. Рассчитывать ток срабатывания плавкой вставки предохранителя.
77. Рассчитывать ток срабатывания расцепителя автоматического воздушного выключателя.
78. Определять уставку теплового реле тепловой защиты электродвигателя.
79. Выбирать аппараты защиты по рассчитанным параметрам.
80. Выбирать аппараты защиты исходя из технической и экономической целесообразности.
81. Выбирать трансформаторы тока в зависимости от рассчитанных токов КЗ.
82. Выбирать и реализовывать схемы и устройства оперативного тока в зависимости от применяемых типов и органов РЗ.
83. Выбирать способы зарядки аккумуляторов и конденсаторов системы оперативного тока.
84. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с ограниченно зависимой выдержкой времени в системе координат: ток - время.
85. Определять степень селективности максимальных токовых защит.
86. Определять характеристики максимальных токовых защит с токовыми отсечками для дифференциальной токовой защиты.



88. Реализовывать схемное решение продольной дифференциальной защиты линии.
89. Реализовывать схемное решение поперечной дифференциальной защиты линии.
90. Реализовывать схемы дистанционной защиты.
91. Определять зону действия максимальных направленных токовых защит.
92. Определять токи небаланса дифференциальной токовой защиты трансформатора.
93. Строить и анализировать векторные диаграммы всех видов КЗ и ненормальных режимов.
94. Применять и реализовывать автоматизированное управление схем питания потребителей и электроприёмников.
95. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с независимой и зависимой выдержкой времени в системе координат: ток - время.
96. Составлять алгоритм селективности действия релейной защиты электросети, оснащённой максимальной направленной токовой защитой.
97. Реализовывать схемное решение дистанционной защиты с тремя реле сопротивления.
98. Реализовывать схемное решение дистанционной защиты с одним реле сопротивления.
99. Рассчитывать и строить дифференциальную защиту трансформатора.
100. Реализовывать схемное решение дифференциальной защиты трансформатора.
101. Производить расчёты токов КЗ в сверхпереходном и установившемся режимах.
102. Определять погрешности трансформаторов тока и напряжения.
103. Определять ток срабатывания максимальных токовых защит.
104. Определять зону действия и ток срабатывания токовых отсечек.
105. Рассчитывать степень селективности максимальной токовой защиты.
106. Рассчитывать ток срабатывания плавкой вставки предохранителя.
107. Рассчитывать ток срабатывания расцепителя автоматического воздушного выключателя.
108. Определять уставку теплового реле тепловой защиты электродвигателя.
109. Выбирать аппараты защиты по рассчитанным параметрам.
110. Выбирать аппараты защиты исходя из технической и экономической целесообразности.
111. Выбирать трансформаторы тока в зависимости от рассчитанных токов КЗ.
112. Выбирать и реализовывать схемы и устройства оперативного тока в зависимости от применяемых типов и органов РЗ.
113. Выбирать способы зарядки аккумуляторов и конденсаторов системы оперативного тока.
114. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с ограниченно зависимой выдержкой времени в системе координат: ток - время.
115. Определять степень селективности максимальных токовых защит.
116. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с токовыми отсечками.
117. Рассчитывать токи небаланса дифференциальной токовой защиты.
118. Реализовывать схемное решение продольной дифференциальной защиты ли-

нии.

**ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ**

Сертификат: 12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6

Владелец: Шебзухова Татьяна Александровна

Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022

Реализовывать схемное решение поперечной дифференциальной защиты ли-

120. Реализовывать схемы дистанционной защиты.

121. Выбирать методы и характеристики автоматического регулирования параметров энергосистемы.
122. Рассчитывать статические и динамические коэффициенты регулирования.
123. Анализировать работу схемы АПВ однократного действия.
124. Анализировать работу схемы двукратного АПВ для масляных выключателей.
125. Выбирать принципы осуществления АВР при разных схемах питания потребителей.
126. Рассчитывать уставки АВР.
127. Анализировать схемы АВР различного назначения.
128. Анализировать схемы устройств автоматического включения генераторов на параллельную работу.
129. Выбирать способы регулирования частоты в энергосистеме.
130. Анализировать работу схем автоматической частотной разгрузки.
131. Определять зону действия максимальных направленных токовых защит.
132. Определять токи небаланса дифференциальной токовой защиты трансформатора.
133. Строить и анализировать векторные диаграммы всех видов КЗ и ненормальных режимов.
134. Применять и реализовывать автоматизированное управление схем питания потребителей и электроприёмников.
135. Согласовывать характеристики максимальных токовых защит с независимой и зависимой выдержкой времени в системе координат: ток - время.
136. Составлять алгоритм селективности действия релейной защиты электросети, оснащённой максимальной направленной токовой защитой.
137. Реализовывать схемное решение дистанционной защиты с тремя реле сопротивления.
138. Реализовывать схемное решение дистанционной защиты с одним реле сопротивления.
139. Рассчитывать и строить дифференциальную защиту трансформатора.
140. Реализовывать схемное решение дифференциальной защиты трансформатора.
141. Реализовывать схемы ускорения защиты после АПВ.
142. Реализовывать схемы ускорения защиты до АПВ.
143. Реализовывать схемы АВР на постоянном оперативном токе.
144. Реализовывать схемы АВР на переменном оперативном токе.
145. Применять и реализовывать автоматизированное управление схем питания потребителей и электроприёмников.
146. Реализовывать схемы автоматического включения резерва линий и отдельных энергообъектов.
147. Составлять и формулировать требования к устройствам противоаварийной автоматики.
148. Составлять алгоритм автоматической частотной разгрузки.
149. Реализовывать схему автоматического ограничение снижения напряжения включением устройства продольной емкостной компенсации линии электропередачи.
150. Реализовывать схему автоматического ограничения повышения напряжения включением шунтирующего реактора на конце линии электропередачи.
151. Навыками автоматизированного управления состоянием схем питания потребителей и электроприёмников.

193. Порядком расчета защиты автоматическими выключателями.
194. Порядком расчета защиты предохранителями.
195. Навыками введения уставок в микропроцессорные и компьютерные устройства и органы РЗА.
196. Методами определения и нейтрализации токов небаланса дифференциальной токовой защиты линий электропередач.
197. Навыками определения места КЗ с помощью органов дистанционной защиты.
198. Способами защиты асинхронных электродвигателей от перегрузки и неполнофазного режима.
199. Способами защиты синхронных электродвигателей от несинхронной работы.
200. Методами включения синхронных генераторов в параллельную работу.
201. Навыками диспетчерского управления.
202. Схемными решениями максимальных токовых защит.
203. Принципами размещения максимальных токовых защит.
204. Принципами размещения токовых отсеков.
205. Схемными решениями токовых отсеков.
206. Принципами размещения максимальных направленных токовых защит.
207. Схемными решениями максимальных направленных токовых защит.
208. Методами расчёта токов короткого замыкания на всех участках радиальной линии электропередачи.
209. Методами защиты воздушных и кабельных ЛЭП.
210. Методами составления схем замещения участков электросети.
211. Навыками введения уставок в реле тока.
212. Навыками введения уставок в реле напряжения.
213. Навыками введения уставок в реле времени.
214. Навыками выбора трансформаторов тока для защиты линий электропередач.
215. Методами определения селективности действия токовой отсечки линий с односторонним и двухсторонним питанием.
216. Способами построения дифференциальной защиты линий электропередач.
217. Навыками сборки схем дифференциальной токовой защиты.
218. Способами дифференциальной защиты трансформаторов от короткого замыкания.
219. Способами защиты трансформаторов от длительной перегрузки.
220. Способами применения газовой защиты трансформаторов.
221. Методом выбора параметров аппаратов.

1. Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов; исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно излагает материал; свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний; использует в ответе дополнительный материал все предусмотренные программой задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному; анализирует полученные результаты; проявляет самостоятельность при выполнении заданий.

При проведении экзамена студент показал наличие достаточных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной и знакомство с дополнительной литературой; грамотное изложение материала при ответе; попытки аргументировать собственную точку.

Оценку «отлично» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено полностью, а практические компетенции в основном сформированы,	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	

все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое. Студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.

При проведении экзамена студент показал наличие достаточных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной литературой; грамотное изложение материала при ответе.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, большинство предусмотренных программой заданий выполнено, но в них имеются ошибки, при ответе на поставленный вопрос студент допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, наблюдаются нарушения логической последовательности в изложении программного материала.

При проведении экзамена студент показал наличие поверхностных знаний по изучаемой проблематике; умение ориентироваться в информационном пространстве; использование и усвоение основной литературой; грамотное изложение материала при ответе с отдельными недочетами и ошибками; отсутствие умения в полной мере аргументировать собственную точку.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если он не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы, необходимые практические компетенции не сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

2. Описание шкалы оценивания

Промежуточная аттестация в форме экзамена предусматривает проведение обязательной экзаменационной процедуры и оценивается 40 баллами из 100. В случае если рейтинговый балл студента по дисциплине по итогам семестра равен 60, то программой автоматически добавляется 32 премиальных балла и выставляется оценка «отлично». Положительный ответ студента на экзамене оценивается рейтинговыми баллами в диапазоне от 20 до 40 ($20 \leq S_{экз} \leq 40$), оценка меньше 20 баллов считается неудовлетворительной.

Шкала соответствия рейтингового балла экзамена 5-балльной системе

Рейтинговый балл по дисциплине	Оценка по 5-балльной системе
35 – 40	Отлично
28 – 34	Хорошо
20 – 27	Удовлетворительно

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения экзамена осуществляется в соответствии с Положением о проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся по образовательным программам высшего образования в СКФУ.

В экзаменационный билет включаются два вопроса: по одному вопросу из категорий «знать и уметь, владеть».

Для подготовки по билету отводится 30 минут.

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ	
Сертификат:	12000002A633E3D113AD425FB50002000002A6
Владелец:	Шебзухова Татьяна Александровна
Действителен: с 20.08.2021 по 20.08.2022	