



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.А. ЕЖЕВСКОГО»
(ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ)

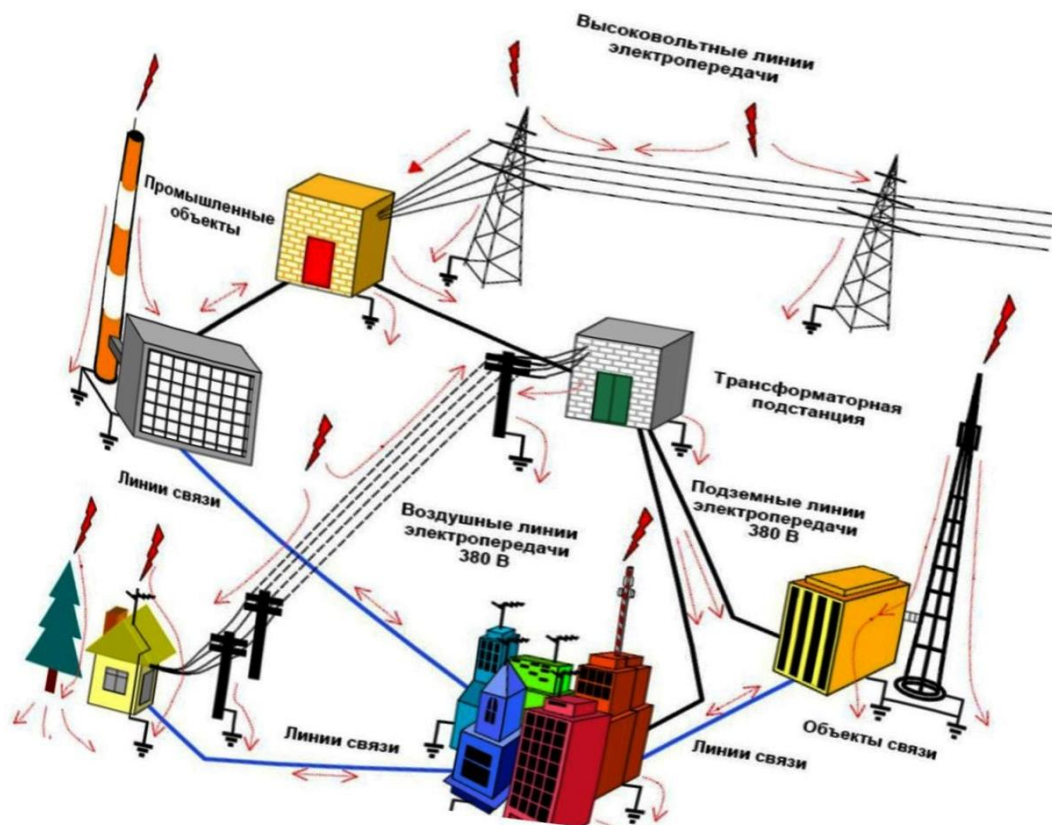
Энергетический факультет

Кафедра электроснабжения и электротехники

Наумов И.В., Подъячих С.В.

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Методические указания к самостоятельной работе студентов
(очного и заочного обучения)



Молодежный 2021

УДК: 621.316.004

ББК 31.27-02

Рецензент: д.т.н., доцент Алтухов И.В., профессор кафедры энергообеспечения и теплотехники ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ.

Наумов И.В., Подъячих С.В., Методические указания к самостоятельной работе студентов по дисциплине Электроснабжение – Молодёжный: Издательство ФГБОУ ВО Иркутского ГАУ, 2021.- 69 С.

В методических указаниях приведено содержание основных разделов и тем дисциплины, перечень тем занятий и тестовых заданий. Составлены задачи для контроля знаний практических навыков и приведен перечень лабораторных работ по темам дисциплины. Представлены тестовые задания по всем темам дисциплины.

Методические указания рассмотрены и одобрены кафедрой электроснабжения и электротехники (протокол № 7 от 10.03.2021 г.).

© Наумов И.В., Подъячих С.В.2021
© ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ, 2021

ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Методические указания к изучению курса «Электроснабжение», проведению практических занятий и самостоятельной работе для студентов по направлению подготовки: 1303.02 «Электроэнергетика и электротехника» (Профиль: «Электроснабжение») очного и заочного обучения составлены на основе государственных образовательных стандартов и рабочей программы по данной дисциплине, утвержденной на кафедре ЭС и Эт.

Основные положения дисциплины, предусмотренные государственным образовательным стандартом: Структуры и параметры систем энергоснабжения. Расчётные электрические нагрузки потребителей, элементов и коммутационных узлов. Нагрузочная способность и выбор параметров основного электрооборудования. Типы схем распределительных электросетей до и выше 1000 В, режимы работы, технико-экономические характеристики и области применения. Характеристики параметров режимов и их оптимизация (включая компенсацию реактивных нагрузок). Нормальные требования к качеству напряжения, методы и средства кондиционирования напряжения. Средства релейной защиты и автоматизации в системах электроснабжения.

Целью дисциплины «Электроснабжение» является формирование у студентов систематических знаний по вопросам проектирования и эксплуатации комплексных систем электроснабжения.

Основными задачами изучения дисциплины являются:

- **изучить** научные основы построения систем электроснабжения, методики формирования расчётной нагрузки на различных уровнях системы электроснабжения; показатели качества электрической энергии и методы и средства введения их в допустимые пределы;
- **освоить** технико-экономические модели, используемые при выборе типа и параметров электротехнического оборудования; анализ и синтез схем распределительных электрических сетей;
- **уметь** производить расчёты, связанные с компенсацией реактивной мощности и самостоятельно осуществлять выбор устройств и средств компенсации.

В результате обучения студент должен:

знать: постановления, распоряжения, приказы вышестоящих и других органов, методические, нормативные и руководящие материалы, касающиеся выполняемой работы;

- перспективы технического развития и особенности деятельности учреждения, организации, предприятия;
- принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых технических средств, материалов и их свойства;
- методы исследования, правила и условия выполнения работ;
- основные требования, предъявляемые к технической документации, материалам, изделиям;
- методы проведения технических расчетов и определения экономической эффективности исследований и разработок;

- достижения науки и техники, передовой отечественный и зарубежный опыт в соответствующей выполняемой работе, области знаний;
- основы экономики, организации производства, труда и управления;
- основы трудового законодательства;
- правила и нормы охраны труда, техники безопасности, производственной санитарии и противопожарной защиты;
- теоретические основы методов преобразования энергии;
- технологию производства, передачи и распределения электроэнергии;
- физические явления и процессы в электроэнергетических и электротехнических устройствах и методы их математического описания;
- основное оборудование электрической части электрических станций и сетей, устройств нетрадиционных источников энергии;
- принципы построения изоляционных конструкций устройств высокого напряжения;
- основы релейной защиты и автоматизации электроэнергетических систем;
- энергосберегающие технологии;
- **уметь применять:**
- компьютерные технологии исследований, сбора и обработки данных и представления их результатов;
- методы описания процессов в электроэнергетических системах, сетях и устройствах;
- математические модели объектов электроэнергетики;
- методы оптимизации режимов работы электроэнергетических устройств;
- методы и средства испытаний и диагностики электроэнергетического оборудования; средства контроля качества электроэнергии;
- методы управления технологическими процессами производства, передачи и распределения электроэнергии;
- методы организации труда на электроэнергетических объектах;
- правила устройств электрических установок и правила безопасности при работе на электроустановках;
- методы проектирования объектов электроэнергетики;
- методы обеспечения экологической безопасности предприятия.
- **владеть:**
- методами оптимизации режимов работы электроэнергетических устройств;
- методами и средствами испытаний и диагностики электроэнергетического оборудования; средствами контроля качества электроэнергии;
- методами управления технологическими процессами производства, передачи и распределения электроэнергии;
- методами организации труда на электроэнергетических объектах;
- методами проектирования объектов электроэнергетики;
- методами обеспечения экологической безопасности предприятия.

ПРОГРАММА КУРСА И ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЯ

Тема 1. Структуры и параметры систем энергоснабжения. Терминология. Основные понятия и определения. Общая характеристика систем электроснабжения промышленных предприятий, городов, систем сельского электроснабжения. Их общность и различия. Характеристика основных электроприемников предприятий и населенных пунктов. Режимы их работы.

Контрольные вопросы. 1. Дайте определение понятия электроснабжения, системы электроснабжения, электрической сети. 2. Дайте определение понятия «электроэнергетическая система, потребитель, электроприемник, распределительной устройство, трансформаторная подстанция. Какими признаками они обладают? 3. Дайте характеристику длительного режима работы. 4. Охарактеризуйте кратковременный и повторно-кратковременный режимы работы, каковы их характеристики?

Тема 2. Расчётные электрические нагрузки потребителей, элементов и коммутационных узлов. Графики и виды электрических нагрузок. Показатели графиков электрических нагрузок. Понятие расчётной нагрузки. Методика формирования величины расчётной нагрузки. Методы определения расчётных нагрузок. Вероятностно-статистические методы.

Контрольные вопросы. 1. Дайте характеристику основных видов электрических нагрузок. 2. Расскажите о классификации графиков электрических нагрузок. Что такое «годовой график по продолжительности»? 3. Дайте определение расчетной нагрузки. 4. Как определить расчетную нагрузку по графику электрической нагрузки? 5. Назовите основные методы определения расчетных нагрузок. 6. Что такое показатели графиков электрических нагрузок? 7. Расскажите о применении методов определения расчетной нагрузки на объектах хозяйственной деятельности и в населенных пунктах.

Тема 3. Нагрузочная способность и выбор параметров основного электрооборудования. Выбор элементов электрической сети. Силовые трансформаторы, кабельные и воздушные ЛЭП. Расчеты электрических сетей: по нагреву и по потерям напряжения. Токи короткого замыкания. Расчет и выбор основного электрооборудования распределительных электрических сетей. Экономические и технические критерии выбора параметров основного электрооборудования электрических сетей среднего и низшего напряжений. Источники питания в системах электроснабжения. Глубокие вводы высших напряжений в городах и на промышленных предприятиях Основные схемы глубоких вводов. Требования к конструктивному выполнению.

Контрольные вопросы. 1. По каким критериям осуществляется выбор основного электрооборудования? 2. Как производится выбор и проверка сечения проводников в электрических сетях выше и ниже 1000 В? 3. Перечислите основные марки проводов воздушных и кабельных ЛЭП. 4. Дайте определение рабочего и длительно допустимого тока 5. Какие методы определения расчетных и допустимых потерь напряжения Вы знаете? 6. Дайте определение понятий «падение» и «потеря» напряжения электропитания. 7. Что такое систематическая перегрузочная способность силового трансформатора? 8. Каким образом производится выбор и проверка силового трансформатора? Дайте определение ГПП, ПГВ. 9. Дайте характеристику расчетных токов короткого замыкания в электрических сетях выше и ниже 1000 В. 10. Расскажите о действии токов короткого замыкания и их участии в выборе электрооборудования. Перечислите коммутационное оборудование в электрических сетях высокого и низкого напряжения, их назначения и конструктивные особенности. Принцип их действия.

Тема 4. Типы схем распределительных электросетей до и выше 1000 В, режимы работы, технико-экономические характеристики и области применения. Схемы электрических распределительных сетей до и выше 1 кВ. Распределительные городские сети и распределительные сети промышленных предприятий. Цеховые электрические сети промышленных предприятий. Классификация схем по типам, характеристика и область применения схемы каждого типа. Влияние категории надёжности электроснабжения электроприёмников и допустимых систематических и послеаварийных перегрузок оборудования на выбор схемы. Технико-экономическое сравнение вариантов при выборе схем электроснабжения.

Контрольные вопросы. 1. Дайте определение понятия радиальная электрическая сеть. 2. В чем состоит отличие магистральных и радиальных сетей? 3. Какие типы магистральных схем Вы знаете? 4. Каковы иерархические уровни промышленных, городских и сельских электрических сетей? Каковы уровни напряжения системообразующих, питающих, распределительных и цеховых электрических сетей? 5. В чем существенные отличия промышленных, городских и сельских сетей? 6. Дайте определение электроприемникам 1, 2 и 3 категории по уровню надежности электроснабжения. 7. Какие виды энергетических производственных мощностей Вы знаете и какие требования предъявляются к формированию элементов электрических сетей внутреннего электроснабжения объектов? 8. Каковы требования при проектировании систем электроснабжения промышленных предприятий, городских и сельских систем электроснабжения? 8. Чем вызвана необходимость резервирования мощности источников питания в системах электроснабжения? 9. Дайте характеристику «особой группы» электроприемников 1 категории. 10. По каким критериям происходит сравнение вариантов при выборе наиболее целесообразной системы электроснабжения предприятий и населенных пунктов?

Тема 5. Характеристики параметров режимов и их оптимизация (включая компенсацию реактивных нагрузок). Нормальный, аварийный и послеаварийный режимы работы электрической сети. Режимы нейтрали электроустановок в сетях среднего и низшего напряжений. Влияние режима нейтрали на характеристики качества электрической схемы. Компенсация реактивной мощности в системах электроснабжения. Виды, технические средства и способы компенсации. Влияние мощности устанавливаемых компенсирующих устройств на выбор мощности цеховых трансформаторных подстанций и параметров электрооборудования.

Контрольные вопросы. 1. Назовите требования к качеству электроэнергии в нормальном, аварийном и послеаварийном режимах работы электрической сети? 2. Назовите уровни напряжения для электрических сетей с различными режимами работы нейтрали и дайте их характеристику. 3. Что такое «компенсированная» нейтраль? 4. Объясните принцип компенсации реактивной мощности. 5. Каким образом осуществляется КРМ посредством синхронных двигателей, батарей конденсаторов, синхронных компенсаторов? 6. Какие виды и типы компенсации реактивной мощности Вы знаете? 7. Что такое «продольно-емкостная компенсация» и для чего она осуществляется? 8. Какой эффект дает компенсация реактивной мощности?

Тема 6. Нормальные требования к качеству напряжения, методы и средства кондиционирования напряжения. ГОСТ 32144-20013. Требования к показателям качества ЭЭ. Показатели качества электрической энергии. Нормы качества электрической энергии. Влияние ПКЭ на работу электроустановок. Способы кондиционирования ПКЭ.

Контрольные вопросы. 1. В чем отличие этого стандарта от всех остальных? 2. Назовите 4 требования к показателям качества электрической энергии. 3. Дать определение отклонения, колебания, провалов напряжения. 4. Что такое временные перенапряжения, их особенность? 5. В чем состоит отличие «фликера» от «стробоскопического эффекта»? 6. Что такое гармонические и интергармонические составляющие напряжения? 7. Объясните принцип работы пассивного, активного и гибридного фильтра. 8. В чем заключаются отличия УРФ от ФКУ и ФСУ? 8. Каковы особенности действия «триплен-гармоник»? 9. Назовите виды несимметрии фазных токов. 10. Каким образом формируются дополнительные потери энергии при нарушениях качества электрической энергии? Назовите технические средства применяемые для минимизации несинусоидальности и несимметрии трехфазной системы напряжения.

ЗАДАНИЯ К ПРАКТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ

Задача № 1

Определить отклонение напряжения в сети 0,38 кВ у потребителя с трёхфазным вводом, если известно: $U_{AB}=372$ В; $U_{BC}=364$ В; $U_{CA}=360$ В. Дать заключение о возможности работы потребителя.

Задача № 2

Сделать заключение о возможности функционирования трёхфазного асинхронного двигателя при следующих параметрах трёхфазной сети: $U_{AB}=342$ В; $U_{BC}=350$ В; $U_{CA}=336$ В.

Задача № 3

Определить среднеквадратическую нагрузку за интервал времени "Т" потребителей имеющих следующие установленные мощности: $P_1=12$ кВт; $P_2=30$ кВт; $P_3=17$ кВт. Продолжительность работы каждого потребителя составило: $t_1=0,2$ ч; $t_2=25$ мин.; $t_3=0,1$ ч.

Задача № 4

Определить расчётную нагрузку для выбора аппаратов защиты электрической сети к которой подключены потребители, имеющие следующую максимальную нагрузку: $P_1=12$ кВт; $P_2=9,8$ кВт; $P_3=3,5$ кВт. Продолжительность действия этих нагрузок соответственно составляет: 10 мин., 40 мин., 22 мин.

Задача № 5

Определить эффективное число приёмников в электрической сети, если известна их установленная мощность: $P_1=5$ кВт; $P_2=12$ кВт; $P_3=18$ кВт; $P_4=20$ кВт; $P_5=32$ кВт; $P_6=10$ кВт. Коэффициент использования равен 0,7. ($n_{\text{Э}}=2 \cdot \frac{\sum P_i}{P_{\text{НБ}}}$).

Задача № 6

Определить расчётную нагрузку группы электроприёмников ($P_1=5$ кВт; $P_2=3$ кВт; $P_3=10$ кВт; $\eta_1=0,5$; $\eta_2=0,8$; $\eta_3=0,6$) которые работают с одинаковой загрузкой ($K_{31}=K_{32}=K_{33}=0,8$).

Так как $n_3 = \frac{\left(\sum_1^n P_{Hi}\right)^2}{\sum_1^n P^2_{Hi}} = 2,42 \approx 3$ - т.е. меньше 4, то

$$P_P = \sum \left(\frac{P_{Hi}}{\eta_i} \right) \cdot K_{3i} = \left(\frac{5}{0,5} + \frac{3}{0,8} + \frac{10}{0,6} \right) \cdot 0,8 = 24,33 \text{ кВт}.$$

Задача № 7

Определить расчётную нагрузку цеха предприятия, имеющего суммарную установленную мощность потребителей, равную 670 кВт. Коэффициент спроса равен 0,85.

$$P_P = K_c \cdot P_n.$$

Задача № 8

Определить среднюю за смену нагрузку предприятия, если известны:

Среднеквадратическая нагрузка за эту же смену составляет 420 кВт, Коэффициент формы графика нагрузки равен 0,8.

$$P_{CM} = \frac{P_{СК}}{K_\phi}.$$

Задача № 9

Определить действительную нагрузку двигателя крана, если известны следующие паспортные данные:

$$P_{насч.} = 120 \text{ кВт}; \text{ ПВ} = 85\%. \quad P_H = P_{насч.} \cdot \sqrt{\text{ПВ}_{насч.}}$$

Задача № 10

Определить действительную нагрузку сварочного трансформатора, если известны:

$$S_{насч.} = 12 \text{ кВА}; \text{ ПВ}_{насч.} = 55\%; \cos \varphi_{насч.} = 0,82. \quad P_H = S_{ПАСП.} \cdot \sqrt{\text{ПВ}_{ПАСП.} \cdot \cos \varphi_{ПАСП.}}$$

Задача № 11

Определить расчётную нагрузку узла системы электроснабжения с группами приёмников, имеющих следующие исходные данные;

1 группа: $P_1 = 40 \text{ кВт}; P_2 = 50 \text{ кВт}; P_3 = 10 \text{ кВт}; P_4 = 12 \text{ кВт}; P_5 = 60 \text{ кВт}$. $K_c = 0,85$.
 $\cos \varphi_1 = 0,8; \cos \varphi_2 = 0,85; \cos \varphi_3 = 0,7; \cos \varphi_4 = 0,88; \cos \varphi_5 = 0,9$.

2 группа: $P_1 = 10 \text{ кВт}; P_2 = 20 \text{ кВт}; P_3 = 12 \text{ кВт}; P_4 = 14 \text{ кВт}; P_5 = 9 \text{ кВт}$. $K_c = 0,82$.
 $\cos \varphi_1 = 0,7; \cos \varphi_2 = 0,65; \cos \varphi_3 = 0,72; \cos \varphi_4 = 0,8; \cos \varphi_5 = 0,95$.

3 группа: $P_1 = 20 \text{ кВт}; P_2 = 30 \text{ кВт}; P_3 = 8 \text{ кВт}; P_4 = 10 \text{ кВт}; P_5 = 40 \text{ кВт}$. $K_c = 0,75$.
 $\cos \varphi_1 = 0,85; \cos \varphi_2 = 0,82; \cos \varphi_3 = 0,76; \cos \varphi_4 = 0,9; \cos \varphi_5 = 0,92$.

Коэффициент одновременности максимумов принять равным 0,9.

Решение: 1. Определяют расчётную нагрузку групп приёмников:

$$P_{P1} = \sum P_i \cdot K_c; Q_{P1} = \sum P_i \cdot \operatorname{tg} \varphi_i. \text{ Аналогично для второй и третьей группы.}$$

$$2. \text{ Определяют расчётную нагрузку узла: } S_P = \sqrt{\left(\sum_1^3 P_P\right)^2 + \left(\sum_1^3 Q_P\right)^2} \cdot K_{PM}.$$

Задача № 12

Определить расчётную нагрузку привода вентилятора с производительностью 45 м³/час, если расход электрической энергии на 1 м³ составляет 4,5 кВт. Продолжительность работы вентилятора равна 24 ч.

$$P_P = \frac{M_{см} \cdot \vartheta_{a.у.}}{T_{см}} = \frac{45 \cdot 4,5}{24} = 8,44 \approx 8,5 \text{ кВт.}$$

Задача № 13

Определить активную нагрузку жилого дома, если известны:

Активная нагрузка одной квартиры – 40 кВт; суммарная нагрузка двигателей лифтовых установок – 280 кВт; суммарная нагрузка других двигателей – 32 кВт.

$$P_{ж.д.} = P_{уд.кв.} \cdot n + 0,9 \cdot (P_{л.дв.} + \sum P_{дв.}).$$

Задача № 14

Определить полную дневную расчётную нагрузку 20-ти однородных потребителей, если известны: активная нагрузка одного потребителя – 12 кВт; $\cos \varphi = 0,8$; $K_0 = 0,6$.

Задача № 15

Определить суммарную расчётную нагрузку сельскохозяйственных потребителей, имеющих следующие исходные данные: $S_1 = 10 \text{ кВА}$; $S_2 = 18 \text{ кВА}$; $S_3 = 4 \text{ кВА}$; $S_4 = 44 \text{ кВА}$; $S_5 = 25 \text{ кВА}$; $\Delta S_1 = 6,2 \text{ кВА}$; $\Delta S_2 = 11,2 \text{ кВА}$; $\Delta S_3 = 2,4 \text{ кВА}$; $\Delta S_5 = 15,7 \text{ кВА}$.

Задача № 16

Определить расчётную нагрузку сельской трансформаторной подстанции 10/0,4 кВ, если известны следующие исходные данные:

Нагрузки на 1 отходящую линию: $P_1 = 10 \text{ кВт}$; $P_2 = 18 \text{ кВт}$; $P_3 = 4 \text{ кВт}$; $P_4 = 44 \text{ кВт}$; $P_5 = 25 \text{ кВт}$; $\Delta P_1 = 6,2 \text{ кВт}$; $\Delta P_2 = 11,2 \text{ кВт}$; $\Delta P_3 = 2,4 \text{ кВт}$; $\Delta P_5 = 15,7 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,8$; $\cos \varphi_2 = 0,84$; $\cos \varphi_3 = 0,76$; $\cos \varphi_4 = 0,87$; $\cos \varphi_5 = 0,9$.

Нагрузки на 2 отходящую линию: $P_1 = 3,2 \text{ кВт}$; $P_2 = 3,7 \text{ кВт}$; $P_3 = 4,2 \text{ кВт}$; $P_4 = 3,6 \text{ кВт}$; $P_5 = 2,9 \text{ кВт}$; $\cos \varphi_1 = 0,6$; $\cos \varphi_2 = 0,84$; $\cos \varphi_3 = 0,86$; $\cos \varphi_4 = 0,85$;

$\cos \varphi_5 = 0,94$; $K_0 = 0,64$.

Нагрузки на 3 отходящую линию: $P_1 = 10 \text{ кВт}$; $P_2 = 12 \text{ кВт}$; $P_3 = 11 \text{ кВт}$;

$\cos \varphi_1 = 0,87$; $\cos \varphi_2 = 0,84$; $\cos \varphi_3 = 0,66$. $K_0 = 0,54$.

1. Выразить все нагрузки полной мощностью: $S = \frac{P}{\cos \varphi}$.
2. Определить средневзвешанный коэффициент мощности по выражению:

$$\cos \varphi = \frac{\sum_1^n S_i \cdot \cos \varphi_i}{\sqrt{\left(\sum_1^n S_i \cdot \cos \varphi_i\right)^2 + \left(\sum_1^n S_i \cdot \sin \varphi_i\right)^2}}$$

3. Определить суммарную активную нагрузку на ТП путём сложения суммарных значений активной мощности по каждой отходящей линии.
4. Разделив полученное значение на средневзвешанный коэффициент мощности получить расчётную нагрузку на ТП.

Задача № 17

Определить наиболее целесообразный вариант при проектировании системы электроснабжения по сроку окупаемости, если известно:

$$K_1 = 16000000 \text{ руб.}; \quad K_2 = 12000000 \text{ руб.}; \quad C_1 = 1800000 \text{ руб.}; \quad C_2 = 1950000 \text{ руб.}$$

Нормативный срок окупаемости принять равным 4 года.

Задача № 18

Определить стоимость дополнительных потерь электрической энергии в ЛЭП 0,38 кВ при несимметрии фазных токов, если известны следующие исходные данные:

Токи прямой, обратной и нулевой последовательности равны, соответственно: 50, 14 и 21 А. Стоимость потерь при симметричном режиме составляет 24000 руб.

$$K_p = 1 + K_{2i}^2 + 4K_{0i}^2; \quad \frac{\Delta W_H}{\Delta W_C} = K_p$$

Задача № 19

Определить значение ударного тока короткого замыкания в первый полупериод, если известны: ударный коэффициент равен 1,3; сверхпереходный ток короткого замыкания равен 17 кА.

$$i = \sqrt{2} \cdot K_y \cdot I_{по}$$

Задача № 20

Определить относительное индуктивное сопротивление трансформатора, если известно: $S_{HT} = 250 \text{ кВА}$; $\Delta P_K = 18 \text{ Вт}$; $u_K = 5,5\%$.

$$x_{*T} = \sqrt{\left(\frac{u_{K,\%}}{100}\right)^2 - r_{*T}^2}$$

Задача № 21

Определить трёхфазный ток короткого замыкания, если известно:

$$U_{CH} = 400 \text{ В}; \quad \sum r_0 = 245 \text{ мОм/км}; \quad \sum x_0 = 87 \text{ мОм/км}; \quad \ell = 0,45 \text{ км}.$$

$$I_K^3 = \frac{U_{CH}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum r)^2 + (\sum x)^2}}, \text{кА}.$$

Задача № 22

Определить однофазный ток короткого замыкания, если известно: Фазное напряжение равно 220 В; полное сопротивление трансформатора равно 245 мОм; удельное активное сопротивление фазного провода равно 356 мОм/км; удельное индуктивное сопротивление фазного провода равно 640 мОм/км; внешнее индуктивное сопротивление петли составляет 580 мОм/км. Длина ЛЭП равна 800 м. Сечения фазного и нулевого проводов равны.

$$I_K^1 = \frac{U_\phi}{\frac{Z_T}{3} + \ell \cdot \sqrt{(x_{0\phi} + x_{0N} + x'_0)^2 + (r_{0\phi} + r_{0T})^2}}.$$

Задача № 23

Определить двухфазный ток короткого замыкания, если известно:

$$U_{CH} = 400\text{В}; \quad \sum r_0 = 245\text{мОм/км}; \quad \sum x_0 = 87\text{мОм/км}; \quad \ell = 0,45\text{км}.$$

$$I_K^2 = 0,867 \cdot I_K^3 = 0,867 \cdot \frac{U_{CH}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(\sum r)^2 + (\sum x)^2}}, \text{кА}$$

Задача № 24

Определить ток замыкания на землю в воздушной ЛЭП напряжением 10 кВ, если расстояние до точки замыкания составляет 12 км. $I_3 = \frac{U \cdot \ell}{350}$.

Задача № 25

По воздушной линии электропередачи, напряжением 0,38 кВ питаются потребители с суммарной максимальной расчётной мощностью, равной 120 кВА. Средний коэффициент мощности питаемой нагрузки составляет 0,86. Удельные активное и индуктивное сопротивления 1 км провода составляют соответственно: 0,31 и 0,35 Ом/км. Длина воздушной ЛЭП составляет 9 км. К линии подключена дополнительная нагрузка: 6 двигателей с номинальной мощностью 30 кВт каждый ($\cos \varphi = 0,88$). Сделать вывод о пригодности данной ЛЭП к эксплуатации, если значение допустимых потерь напряжения в линии составляет 4,5%.

Задача № 26

По воздушной линии электропередачи, напряжением 0,38 кВ питаются потребители с суммарной максимальной расчётной мощностью, равной 220 кВА. Средний коэффициент мощности питаемой нагрузки составляет 0,86. Удельные активное и индуктивное сопротивления 1 км провода составляют соответственно: 0,25 и 0,35 Ом/км. Длина воздушной ЛЭП составляет 18 км. К линии подключена дополнительная нагрузка: 4 двигателя с номинальной мощностью 24 кВт каждый ($\cos \varphi = 0,88$). Сделать вывод о пригодности данной ЛЭП к эксплуатации, если значение допустимых потерь напряжения в линии составляет 5,5%.

ВЫПОЛНЕНИЕ ЛАБОРАТОРНЫХ РАБОТ

Лабораторная работа 1.

«Высоковольтные изоляторы»

Цель работы: изучить конструкцию и область применения высоковольтных изоляторов

Программа работы:

1. Изучить общий принцип работы изоляционных материалов
2. Изучить назначение, конструкцию и область применения станционных изоляторов.
2. То же для линейных изоляторов.
3. То же для аппаратных изоляторов.
4. Нарисовать эскизы и описать конструкцию типов изоляторов по указанию преподавателя и дать им характеристику.
5. Ознакомиться с конструкцией изоляторов представленных в лаборатории электроснабжения.
6. Осуществить самотестирование по предлагаемым тестам.
7. Подготовить отчет по лабораторной работе, самостоятельно выбрав теоретические сведения из предлагаемого материала.

Требования, предъявляемые к отчету:

1. Аккуратность.
2. Рисунки от руки карандашом.
3. Излагаемый текст – от руки.
4. На отдельных листах, формата А4, с титульным листом.

Лабораторная работа 2

«Средства защиты электрооборудования от перенапряжений»

Цель работы: изучить назначение, устройство и принцип действия трубчатых и вентильных разрядников, ограничителей перенапряжения

Программа работы:

1. Изучить процесс образования коммутационных и атмосферных перенапряжений.
2. Нарисовать эскизы защитного искрового промежутка, а также трубчатого и вентильного разрядников.
3. Изучить конструктивные особенности и принцип действия разрядников и ограничителей перенапряжения.
4. Осуществить тестовый самоконтроль.
5. Ответить на вопросы преподавателя при защите Л.Р.

Лабораторная работа 3

«Высоковольтные выключатели»

Цель работы: изучить назначение, устройство и принцип действия различных марок высоковольтных выключателей

Программа работы:

1. Изучить конструкцию и принцип действия масляных, воздушных, вакуумных, элегазовых, электромагнитных и автогазовых выключателей
2. Нарисовать эскизы некоторых типов выключателей по заданию преподавателя.
4. Осуществить тестовый самоконтроль.
5. Ответить на вопросы преподавателя при защите Л.Р.

Лабораторная работа 4

«Комплектное электрооборудование электрических станций и подстанций»

Цель работы: изучить конструкции комплектных устройств оборудования электрических станций и подстанций.

Программа работы:

1. Изучить назначение и конструктивные особенности комплектных распределительных устройств.
2. Изучить назначение, конструкцию и особенности комплектных трансформаторных подстанций, применяемых в сельском хозяйстве.
3. Осуществить самоконтроль по предлагаемым тестам для самопроверки.

Выполнить отчет по лабораторной

Лабораторная работа 5

«Дополнительное коммутационное оборудование ЭС и ПС»

Цель работы:

Изучить назначение, устройство и принцип действия дополнительного коммутационного электрооборудования электрических станций и подстанций.

Программа работы:

1. Изучить назначение, виды, конструкцию и принципы действия приводов высоковольтных выключателей.
2. Изучить назначение, виды, принципы выполнения и действия коммутационного оборудования: разъединителей, короткозамыкателей и отделителей.
3. Нарисовать эскизы электрооборудования по выбору преподавателя.
4. Изучить схему совместной работы короткозамыкателя, разъединителя и короткозамыкателя.
5. Осуществить самопроверку по прилагаемым тестовым заданиям.
6. Выполнить отчет по лабораторной работе и ответить на вопросы преподавателя при её защите.
7. Время выполнения работы – 4 часа.

Лабораторная работа 6

«ЗАЩИТНАЯ И КОММУТАЦИОННАЯ АППАРАТУРА В УСТАНОВКАХ НАПРЯЖЕНИЕМ ДО 1000 В»

Цель лабораторной работы:

Изучить защитные и коммутационные аппараты, применяемые в электрооборудовании электрических сетей напряжением ниже 1000 в,

Программа работы:

1. Изучить назначение, конструкцию и принцип действия коммутационной аппаратуры напряжением ниже 1000 В:
 - А) Рубильников.
 - Б) Магнитных пускателей.
 - В) Контактторов.
2. Изучить назначение, конструкцию и принцип действия защитной аппаратуры напряжением ниже 1000 В:
 - А) автоматических выключателей.
 - Б) Плавких предохранителей.
3. Нарисовать эскизы аппаратов по указанию преподавателя.
4. Осуществить самотестирование по предложенным вопросам.
5. Подготовить отчёт по выполненной работе и защитить его преподавателю, ответить на вопросы.

Лабораторная работа 7

«Изучение автоматического включения резерва в электрической сети ниже 1000 В с секционным контактором переменного тока»

Цель работы: практическое изучение схемы АВР в сетях напряжением до 1 кВ.

Контрольные вопросы:

1. Дать описание назначения основных элементов схемы.
2. Почему контактор КМЗ включается при отключении KL1?
3. Назначение универсальных переключателей SA1 и SA2?

Лабораторная работа 8

«Автоматическое включение резерва секционного выключателя в электрической сети выше 1000 В»

Цель работы: практическое изучение схемы автоматического резервирования с помощью секционного выключателя.

Лабораторная работа 9

«Изучение схемы АВР линии в электрической сети напряжением выше 1000 В»

Цель работы: изучение схемы включения и принципа работы АВР линии напряжением выше 1 кВ.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить назначение элементов схемы.
2. Область применения схемы.
3. Назначение реле КВ и КТ.

Лабораторная работа 10

«Изучение схемы АВР силового трансформатора»

Цель работы: практическое изучение устройства и назначения АВР трансформатора.

Контрольные вопросы:

1. Объяснить работу схемы;
2. Область применения АВРТ;
3. Пояснить какие требования к устройствам АВР реализуются элементами изучаемой схемы;
4. Определить уставки срабатывания пускового органа АВР.

Лабораторная работа 11

«Изучение согласования защит»

Цель работы:

Изучение, расчет и настройка на селективную работу максимальных токовых защит участков радиальной электрической сети с односторонним питанием.

Контрольные вопросы:

1. Чему равна ступень селективности для защит с независимой (зависимой) характеристиками времени срабатывания?
2. Что такое зона совместного действия защит?
3. Чем диктуется необходимость согласования защит?
4. Что такое ступень избирательности и из чего она складывается?

Лабораторная работа 12

«Изучение схем соединения измерительных преобразователей тока с исполнительными органами средств релейной защиты»

Цель работы: исследование распределения тока во вторичных цепях трансформаторов тока и реле при различных схемах их соединения, применяемых в токовых защитах при различных видах короткого замыкания.

Лабораторная работа 13

«Автоматическое повторное включение»

Цель работы: изучение устройства трехфазного автоматического повторного включения однократного действия.

Контрольные вопросы:

1. Каково назначение конденсатора в схеме реле РПВ?
2. Назначение размыкающего контакта в схеме реле РПВ?
3. Объяснить, как осуществляется запрет АПВ?
4. Требования к устройствам АПВ.

Лабораторная работа 14

«Максимальная токовая защита с блокировкой от реле минимального напряжения»

Цель работы: изучить работу схемы МТЗ.

Лабораторная работа 15

«Изучение работы дифференциальной токовой защиты»

Цель работы: изучить принцип действия дифференциальной токовой защиты.

Лабораторная работа 16

«Изучение автоматической частотной разгрузки»

Цель работы: изучить назначение и принцип выполнения автоматической частотной разгрузки

Лабораторная работа 17

«Изучение токовых защит»

Цель работы: изучить принципы выполнения и схемы токовых защит

Лабораторная работа 18

Исследование радиальной линии с неравномерной нагрузкой фаз на модели переменного тока.

Цель работы: исследовать влияние несимметричного электропотребления на качество и дополнительные потери электрической энергии.

Содержание работы.

1. Изучить теоретические сведения.
2. Ознакомиться с расчетной моделью.
3. Составить схему замещения сети, показанной на рисунке 1а, и определить ее параметры, выбрав масштабные коэффициенты.

Контрольные вопросы.

1. В каких случаях возникает несимметрия напряжения в сети?
2. Какие виды несимметричных нагрузок Вы знаете?
3. В чем заключается сложность расчета сети с несимметричной нагрузкой?
4. Какое влияние оказывает несимметричная нагрузка фаз на работу электрической сети?
5. Как уменьшить несимметрию в сети?

ТЕСТЫ ДЛЯ САМОПРОВЕРКИ

1. Какие параметры влияют на разрядные напряжения воздушных промежутков?

Возможные ответы:

- 1) напряжённость электрического поля;
- 2) давление и температура;
- 3) температура и абсолютная влажность;
- 4) давление, температура и абсолютная влажность.

2. Какие требования предъявляются к диэлектрикам?

Возможные ответы:

- 1) низкая стоимость;
- 2) механическая и электрическая прочность;
- 3) негигроскопичность и трекинговая стойкость;
- 4) 1) и 2);
- 5) 2) и 3);
- 6) 1) и 3)

3. От чего может быть нарушена электрическая прочность изолятора?

Возможные ответы:

- 1) пробой изолятора высоким напряжением;
- 2) развитие разряда вдоль поверхности изолятора;
- 3) загрязнением изолятора;
- 4) 1) и 2);
- 5) 2) и 3);
- 6) 1), 2) и 3).

4. Толщина стенки фарфорового диэлектрика 1,5 мм. С увеличением толщины стенки его электрическая прочность в однородном электрическом поле:

Возможные ответы:

- 1) увеличивается;
- 2) уменьшается;
- 3) не изменяется.

5. От чего зависит механическая прочность фарфоровых и стеклянных изоляторов?

Возможные ответы:

- 1) от вида нагрузки;
- 2) от срока эксплуатации;
- 3) от типа изолятора.

6. Изоляторы из фарфора обладают улучшенной механической прочностью:

Возможные ответы:

- 1) при сжатии;
- 2) при изгибе;
- 3) при растяжении.

7. Чем достигается механическая прочность полимерных изоляторов?

Возможные ответы:

- 1) армирование стеклопластиком;
- 2) добавка второпласта.

8. Для чего служат рёбра у опорно-стержневых изоляторов?

Возможные ответы:

- 1) для увеличения пути утечки (повышение разрядного напряжения);
2) для уменьшения пути утечки (уменьшения разрядного напряжения).
- 9. Чему равно число изоляторов в гирлянде подвесных изоляторов в ЛЭП напряжением 110 кВ?**

Возможные ответы:

- 1) 3 шт.; 2) 6-7 шт.; 3) 7-9 шт.; 4) 12-14 шт.

- 10. Назовите основной недостаток подвесных стержневых изоляторов.**

Возможные ответы:

- 1) высокая стоимость;
2) низкая механическая прочность;
3) низкая электрическая прочность.

- 11. Расшифруйте марку изолятора: ПНШ-35/3000-2000.**

Возможные ответы:

- 1) подвесной, наружный, шинный, на напряжение 35 кВ, номинальный ток 3 кА, год выпуска - 2000;
2) проходной, наружный, шинный, на напряжение 35 кВ, номинальный ток 3 кА, механическая прочность - 20 кН;
3) полимерный, наружный, штыревой, на напряжение 35 кВ, номинальный ток 3 кА, год выпуска - 2000.

- 12. Что является источником грозовых перенапряжений:**

Варианты ответа:

- 1) короткое замыкание, 2) молния; 3) перегрузка.

- 2. Чем осуществляется защита от прямых ударов молнии?**

Варианты ответа:

- 1) антенной; 2) трубчатым разрядником; 3) молниеотводом.

- 13. Какие элементы электрической сети защищают стержневые молниеотводы?**

Варианты ответа:

- 1) линии электропередачи; 2) открытые распределительные устройства; 3) 1) и 2).

- 14. Какие элементы электрической сети защищают тросовые молниеотводы?**

Варианты ответа:

- 1) комплектные трансформаторные подстанции;
2) комплектные распределительные устройства;
3) линии электропередачи; 4) открытые распределительные устройства; 5) 1) и 2).

- 15. Какую величину необходимо определить для расчёта заземляющего устройства?**

Варианты ответа:

- 1) сопротивление вертикального стержня; 2) сопротивление горизонтальных полос;
3) сопротивление железобетонного фундамента; 4) 1 и 2; 5) 2 и 3 6) 1, 2 и 3.

- 16. Какую функцию выполняют разрядники?**

Варианты ответа:

- 1) защитную; 2) коммутационную; 3) сигнальную.

- 7. За счёт чего происходит гашение дуги в трубчатом разряднике?**

Варианты ответа:

- 1) фильтрации высших гармонических составляющих импульсного напряжения;
2) минимального сопротивления заземляющего устройства;
3) газогенерирования.

- 17. Расшифровать аббревиатуру: РТВ-35-2/10У1**

Варианты ответа:

1) разрядник трубчатый, винипластовый, на 35 кВ, нижний предел тока отключения - 2 кА, верхний предел тока отключения - 10 кА, для работы в умеренном климате, на открытом воздухе;

2) разрядник вентильный, на 35 кВ, номинальный ток - до 200 А, ток отключения - 10 кА, тропического исполнения, унифицированный, для закрытых помещений;

3) разрядник трубчатый, внутренней установки, рабочее напряжение 35 кВ, ток отключения - от 2 до 10 кА, унифицированный, 1-й категории.

18. Что является основным элементом вентильного разрядника?

Варианты ответа:

1) многократный искровой промежуток и соединённый с ним последовательно резистор с нелинейной вольт-амперной характеристикой;

2) многократный искровой промежуток и соединённый с ним параллельно резистор с нелинейной вольт-амперной характеристикой;

3) дугогасительная камера.

19. Для чего предназначен вентильный разрядник?

Варианты ответа:

1) защиты линий электропередачи от токов короткого замыкания;

2) защиты изоляции электрооборудования станций и подстанций от перегрузок;

3) защиты изоляции электрооборудования станций и подстанций от перенапряжений;

20. Что называется напряжением гашения?

Варианты ответа:

1) наибольшее напряжение промышленной частоты;

2) наименьшее импульсное напряжение;

3) наибольшее импульсное напряжение.

21. Расшифровать аббревиатуру: РВРД-10Т1

Варианты ответа:

1) разрядник вентильный, с растягивающейся дугой, на 10 кВ, тропического исполнения, 1 категории размещения;

2) разрядник вентильный, радиальный, для защиты электродвигателей, номинальное напряжение 10 кВ, термостойкий, для работы на открытом воздухе.

22. Для чего предназначен выключатель?

Возможные ответы:

1) для коммутации электрических цепей высокого напряжения под нагрузкой;

2) для коммутации электрических цепей высокого напряжения без токов нагрузки;

3) для отключения электрических цепей при коротких замыканиях;

4) 1)и2); 5) 1)и3); 6) 2)и3).

23. Чем характеризуется устойчивость выключателя при сквозных токах короткого замыкания?

Возможные ответы:

1) током термической устойчивости;

2) предельным сквозным током; 3) 1) и 2).

24. Что такое время отключения выключателя?

Возможные ответы:

1) время от подачи команды на отключение до размыкания дугогасительных контактов;

2) время от подачи команды на отключение до погасания дуги на всех полюсах.

25. Что устанавливают последовательно с выключателями нагрузки?

Возможные ответы:

1) плавкие предохранители; 2) разрядники;

- 3) разъединители; 4) короткозамыкатель.
- 26. Какой ток электродинамической стойкости выдерживает корпусно-изоляционная система выключателя нагрузки?**
Возможные ответы:
1) 5кА, 2) 10кА; 3) 25кА; 4) 81 кА.
- 27. Каково собственное время отключения выключателя нагрузки?**
Возможные ответы:
1) <0,1с; 2) <0,5с; 3) < 1 с; 4) <2,5с.
- 28. Для какой цели служит масло в баковых выключателях?**
Возможные ответы:
1) для изоляции токоведущих частей; 2) для гашения дуги; 3) 1) и 2).
- 29. Почему в баковых выключателях масло заливается не полностью?**
Возможные ответы:
1) произойдёт взрыв; 2) может быть повреждена крышка бака.
- 30. Какой принцип гашения дуги используется в выключателе ВМ-35?**
Возможные ответы:
1) автодутьё, 2) принудительное масляное дутьё; 3) магнитное гашение дуги
- 31. Каково время гашения дуги в малообъёмных (горшковых) выключателях?**
Возможные ответы:
1) 0,1 с; 2) 0,15 с; 3) 0,025 с; 4) 0,05 с; 5) 0,02 с.
- 32. Для используется масло в малообъёмных выключателях?**
Возможные ответы:
1) для гашения дуги; 2) для изоляции токоведущих частей; 3) 1) и 2)
- 33. Как осуществляется гашение дуги в воздушных выключателях?**
Возможные ответы:
1) сжатым воздухом; 2) элегазом, 3) гидравлической системой.
- 34. Что используется для гашения дуги в элегазовых выключателях?**
Возможные ответы:
1) устройство вращения дуги, 2) устройство дробления дуги; 3) устройство растягивания дуги, 5) газ; 6) элегаз;
- 35. Что применяется для гашения дуги в вакуумных выключателях?**
Возможные ответы:
1) газ; 2) элегаз; 3) электромагнитный контур; 4) поршневое устройство; 5) катушка магнитного дутья; 6) 1) и 3); 7) 2) и 4), 8) 3), 4) и 5).
- 36. Отношение вакуумных выключателей к взрыво- пожароопасности?**
Возможные ответы:
1) взрывоопасен; 2) пожароопасен, 3) 1) и 2); 4) взрыво-пожаробезопасен.
- 37. Основной недостаток вакуумных выключателей?**
Возможные ответы:
1) взрыво- пожароопасность;
2) невозможность использования УАПВ, 3) генерация перенапряжений.
- 38. Где расположена дугогасительная камера у колонковых выключателей?**
Возможные ответы:
1) в изоляторе; 2) в баке.
- 39. Как осуществляется выбор выключателя любого типа?**
Возможные ответы:
1) по длительному току;
2) по напряжению;
3) по отключающей способности;
4) 1) и 2); 5) 2) и 3); 6) 1) и 3); 7) 1) 2) и 3).
- 40. Расшифровать аббревиатуру: ВПМ?**

Возможные ответы:

- 1) выключатель с пружинным приводом малогабаритный;
- 2) выключатель подстанционный, маломасляный;
- 3) воздушный подстанционный выключатель, модернизированный;
- 4) выключатель с пружинным приводом, маломасляный.

41. Расшифруйте аббревиатуру КРУ.

Варианты ответа:

- 1) комплексные разрядные установки;
- 2) комплекс ремонтных устройств;
- 3) комплектное распределительное устройство.

42. Для чего предназначены КРУ?

Варианты ответа:

- 1) приёма и преобразования электрической энергии;
- 2) преобразования электрической энергии;
- 3) приёма и распределения электрической энергии;
- 4) преобразования и распределения электрической энергии.

43. В каких КРУ устанавливаются маломасляные выключатели?

Варианты ответа:

- 1) КРУ внутренней установки;
- 2) КРУ наружной установки.

44. Какую установку имеют шкафы КРУ серии К-63?

Варианты ответа:

- 1) внутреннюю;
- 2) наружную.

45. Сколько отсеков имеет шкаф КРУН серии К-VI-У1?

Варианты ответа:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 5.

46. Какой выключатель может располагаться в отсеке выкатной тележки шкафа КРУН серии К-VI-У1?

Варианты ответа:

- 1) АП-50;
- 2) ВМП-10 К;
- 3) ВМ-35;
- 4) ВС-10-63-2,5.

47. Сколько отсеков входит в состав ячейки КСО-6(10)-Э1?

Варианты ответа:

- 1) 2;
- 2) 3;
- 3) 5.

48. Какой выключатель используется в ячейке КСО-6(10)-Э1?

Варианты ответа:

- 1) многообъёмный масляный;
- 2) вакуумный;
- 3) маломасляный;
- 4) элегазовый.

49. Каково назначение КТП?

Возможные ответы:

- 1) приём и распределение электрической энергии;
- 2) приём и преобразование электрической энергии;
- 3) приём и распределение электрической энергии;

4) приём, преобразование и распределение электрической энергии.

50. Назовите классы номинальных мощностей КТП.

Возможные ответы:

- a. 16, 25, 100, 250, 630 кВА;
- b. 63, 160, 250 кВА;
- c. 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 750, 1000 кВА.

51. Что входит в состав вводного устройства КТП?

Возможные ответы:

- a. силовые предохранители и проходные изоляторы;
- b. разъединитель и проходные изоляторы;
- c. силовые предохранители и силовой трансформатор.

52. Какие изоляторы входят в состав вводного устройства?

Возможные ответы:

- a. аппаратные;
- b. опорно-стержневые;
- c. опорно-штыревые;
- d. проходные.

53. Какими аппаратами осуществляется защита отходящих линий от токов короткого замыкания?

Возможные ответы:

- a. разрядниками;
- b. разъединителями;
- c. автоматическими выключателями;
- d. магнитными пускателями.

54. Каким образом происходит управление уличным освещением?

Возможные ответы:

- a. фотореле с магнитным пускателем;
- b. автоматическим выключателем с фотореле;
- c. фотореле.

55. Какие коммутационные аппараты входят в состав КТП?

Возможные ответы:

- a. выключатель нагрузки, разъединитель, предохранители, заземляющий разъединитель, автоматические выключатели, рубильники, магнитный пускатель;
- b. разъединитель, разрядник, автоматический выключатель;
- c. предохранитель, рубильник, магнитный пускатель.

56. Каково назначение привода выключателя?

Возможные ответы:

- a. обеспечивать надёжное включение цепей;
- b. обеспечивать надёжное отключение цепей;
- c. обеспечивать надёжное отключение цепей в аварийных режимах;
- d. 1) и 2); 5) 1) и 3).

57. Из каких основных частей состоит привод выключателя?

Возможные ответы:

- a. включающий, запирающий и расцепляющий механизмы;
- b. включающий, запирающий и удерживающий механизмы;
- c. включающий и расцепляющий механизмы.

58. В зависимости от использования источника энергии приводы высоковольтных выключателей делятся на:

- 1) гидромоторные и ручные;
- 2) двигательные и электромагнитные;
- 3) ручные и двигательные;
- 4) пневматические и гидравлические.

59. Пружинный привод относится к приводам:

Возможные ответы:

- 1) прямого действия;
- 2) косвенного действия.

60. Электромагнитный привод относится к приводам:

Возможные ответы:

- 1) прямого действия;
- 2) косвенного действия.

61. С какими выключателями работает привод ППМ-10?

Возможные ответы:

- 1) ВМ-35 и ВМГ-10;
- 2) ВМ-35 и ВС-10-63-2,5;
- 3) ВМГ-10 и ВМП-10;
- 4) ВМП-10 и ВМ-35.

62. Основной недостаток пружинных приводов?

Возможные ответы:

- 1) уменьшение тягового усилия в конце хода включения;
- 2) увеличение тягового усилия в начале хода включения;
- 3) уменьшение тягового усилия в начале хода включения;
- 4) увеличение тягового усилия в конце хода включения.

63. За счёт чего происходит уменьшение тягового усилия в конце хода включения пружинного привода?

Возможные ответы:

- 1) действия электрической дуги;
- 2) деформации пружины.

64. Основной недостаток электромагнитного привода?

Возможные ответы:

- 1) высокая стоимость;
- 2) сложность конструкции;
- 3) необходимость в мощном источнике постоянного тока.

65. Каково время действия пневмогидравлического привода?

Возможные ответы:

- 1) 1 с;
- 2) до 1,5 с;
- 3) 0,1 с;
- 4) до 0,25 с.

66. Для чего предназначены разъединители?

Возможные ответы:

- 1) для создания видимого разрыва;
- 2) для включения и отключения электрических цепей высокого напряжения;
- 3) для защиты от токов короткого замыкания;
- 4) 1) и 2);
- 5) 1), 2) и 3).

67. Какое основное условие должно выполняться при работе с разъединителем?

Возможные ответы:

- 1) отсутствие токов нагрузки;
- 2) обязательное наложение переносного заземлителя;
- 3) отключение электрической энергии на головной ТП;
- 4) 1) и 2).

68. Какое значение рабочего тока допускается без отключения токов нагрузки?

Возможные ответы:

- 1) 50 А;
- 2) 25 А;
- 3) 15 А;
- 4) 10 А;
- 5) 5 А.

69. Перечислите требования, предъявляемые к разъединителям?

Возможные ответы:

- 1) создание видимого разрыва, электродинамическая и термическая прочность, чёткое включение и отключение в экстремальных условиях, простота конструкции;
- 2) простота конструкции, низкая стоимость, термическая устойчивость, блокировка ножей разъединителя;

3) низкая стоимость, электродинамическая устойчивость, заземление, простота конструкции.

70. Сколько медных полос содержит нож разъединителя при токе до 1 кА?

Возможные ответы:

1) 2; 2) 3-4; 3) 5-6.

71. Чем фиксируется положение разъединителя рубящего типа?

Возможные ответы:

- 1) системой специальных блокирующих контактов;
- 2) системой рычагов привода;
- 3) автоматическим блокирующим устройством.

72. По какой величине проверяется разъединитель на электродинамическую и термическую стойкость?

Возможные ответы:

- 1) по номинальному рабочему току;
- 2) по номинальному напряжению;
- 3) по току короткого замыкания.

73. Какой тип привода применяется для главных ножей разъединителя рубящего типа наружной установки?

Возможные ответы:

- 1) электродвигательный;
- 2) пневматический;
- 3) пневмогидравлический;
- 4) ручной.

74. Какой тип привода применяется для заземляющих ножей разъединителя рубящего типа наружной установки?

Возможные ответы:

- 1) электромагнитный;
- 2) пружинный;
- 3) ручной.

75. Расшифровать аббревиатуру РВЗ-10/630 I УХЛ2.

Возможные ответы:

- 1) разъединитель внутренней установки, для работы в умеренном и холодном климате, с заземлёнными ножами, на напряжение 10 кВ, номинальный ток – 630 А, проходные изоляторы установлены со стороны наружных контактов;
- 2) разъединитель вертикально-поворотного типа с заземлителем, усиленный, с растяжением контактов, номинальные ток и напряжение, соответственно 6,3 кА и 10 кВ, для работы в холодном климате, с размещением проходных изоляторов с двух сторон.

76. Какой аппарат называется короткозамыкателем?

Возможные ответы:

- 1) автоматически включающийся разъединитель, предназначенный для искусственного короткого замыкания;
- 2) автоматически включающийся отделитель, предназначенный для создания искусственного короткого замыкания;
- 3) аппарат, предназначенный для для защиты от короткого замыкания в сетях с изолированной нейтралью.

77. Что обеспечивает включение заземлённого ножа короткозамыкателя в сетях с изолированной нейтралью?

Возможные ответы:

- 1) пружина привода выключателя;
- 2) отделитель; 3) блокирующий автоматический выключатель.

78. Каким образом осуществляется отключение короткозамыкателя?

Возможные ответы:

- 1) вручную; 2) автоматически.

79. Для какой цели необходимо обеспечивать максимальную скорость движения ножа разъединителя?

Возможные ответы:

- 1) во избежание возникновения дуги;
- 2) во избежание повреждения аппарата; 3) 1) и 2).

80. Какое время допускается на включение короткозамыкателя, в с.?

Возможные ответы:

- 1) 0,1-0,2; 2) 0,4-0,5; 3) 0,5-1,0; 4) 0,6-1,5.

81. Чем заполняется полость контактной камеры короткозамыкателя КЭ-110?

Возможные ответы:

- 1) маслом; 2) вакуумом; 3) элегазом.

82. Каково отношение короткозамыкателя КЭ-110 к взрыво- и пожароопасности?

Возможные ответы:

- 1) взрыво- и пожароопасен; 2) пожароопасен; 3) взрывоопасен; 4) взрыво- и пожаробезопасен.

83. Для чего предназначены отделители?

Возможные ответы:

- 1) для отделения линии электропередачи от масляных выключателей;
- 2) для отключения и включения токов намагничивания силовых трансформаторов;
- 3) для отключения зарядных токов линии; 4) б) и в).

84. Как происходит отключение отделителя?

Возможные ответы:

- 1) вручную; 2) автоматически.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

Основная литература

1. Багиев Г.А. Организация, планирование и управление промышленной энергетикой. – М.: Высшая школа, 2008. – 361 с.
2. Можаяева С.В. Экономика энергетического производства. СПб.: Лань, 2011. – 272 с.
3. Самсонов В.С. Экономика предприятий энергетического комплекса: Учеб. для вузов/В.С.Самсонов, М.А. Вяткин. – М.: Высшая школа, 2003. – 416 с.
4. Экономика энергетики: учеб. пособие / Н.В. Нагорная; Дальневосточный государственный технический университет. – Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2007. – 157 с.,
5. Экономика энергетики: учеб. пособие для вузов / Н.Д. Рогалев, А.Г. Зубкова, И.В. Мастерова и др.; под ред. Н.Д. Рогалева. 2-е изд., испр. и дополн. – М.: Издательский дом МЭИ, 2008. – 300с.

Дополнительная литература

1. Загорский Я.Т. Сборник нормативных и методических документов по измерениям, коммерческому и техническому учету электрической энергии и мощности [Текст]: справочник / Я.Т. Загорский. – М.: НЦ ЭНАС, 2001. – 339 с.
2. Киреева Э.А. Рациональное использование электроэнергии в системах промышленного электроснабжения [Текст] / Э.А. Киреева. – М.: НТФ, 2000. – 76 с.
3. Кузнецов Б.Т. Инвестиции [Текст]: учебное пособие. – М.: ЮНИТИДАНА, 2010. – 623 с.
4. Ламакин Г.Н. Основы менеджмента в электроэнергетике: Учебное пособие. Ч. 1. – Тверь: ТГТУ, 2006. – 208 с.
5. Менеджмент и маркетинг в электроэнергетике/Дьяков А.Ф., Максимов Б.К., Жуков В.В., Молодюк В.В. – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. – 504 с.
6. Методика расчета нормативов технологических потерь электроэнергии при ее передаче по электрическим сетям в базовом периоде [Текст]: приказ Минпромэнерго России от 4 октября 2005 г. № 267//Собрание законодательства РФ. - 2005. - № 295. – Ст. 532.
7. Надежность систем энергетики и их оборудования [Текст]: в 4 т.: справочник/под общ. ред. Ю.Н. Руденко. – Новосибирск.: Наука, 2000. – 351 с.
8. Налоговый кодекс Российской Федерации (части первая и вторая) [Текст]: по состоянию на 15.10.2011. – М.: Кнорус, 2011. – 768 с.
9. Положение по сервисному обслуживанию оборудования, сооружений энергохозяйств организаций ОАО «Газпром» [Текст]: ведомственный руководящий документ ОАО «Газпром» от 10.02.03 г. – М.: Изд-во ОАО «Газпром», 2003. – 90 с.
10. Правовые аспекты деятельности энергослужбы предприятий и организаций: термины, определения, основные понятия [Текст]: справочник / В. В. Красник; отв. сост. В. В. Красник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 152 с.
11. Практические рекомендации по оценке эффективности и разработке инвестиционных проектов и бизнес-планов в электроэнергетике (с типовыми примерами). Книга I: Методические особенности оценки эффективности проектов в электроэнергетике/Под ред. А.Н. Раппопорта. – М.: НЦПИ, 1999.
12. Топливо-энергетический комплекс России: 2000-2007 гг. [Текст]: справочно-аналитический обзор/под ред. проф., д.т.н. В.В.Бушуева, д.э.н. А.М.Мастепанова. – М.: ИАЦ «Энергия», 2008. – 432 с.
13. ТЭК и экономика регионов России [Текст]: справочник/Том 5. – М.: ИД «Энергия», 2007. – 200 с.
14. ТЭК и экономика России: вчера-сегодня-завтра. Взгляд из 2009 года [Текст]/Глобализация и устойчивое развитие. Институт энергетической стратегии (ЗАО «ГУ ИЭС»). – М.: ИАЦ «Энергия», 2009. – 120 с.
15. Энергетика России: проблемы и перспективы [Текст]: тр. науч. сессии РАН/под ред. В.Е. Фортова, Ю.Г. Леонова; общ. собрание РАН 19-21 декабря 2005 г. – М.: Наука, 2006. – 499 с.

16. Энергетическая стратегия России на период до 2030 года [Текст]/Прил. обществ.- дел. журналу «Энергетическая политика». – М.: ГУ Институт энергетической стратегии. – 2010. – 184 с.

17. Ящура А. И. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования [Текст]: справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005. – 504 с.

Составители
Наумов Игорь Владимирович
Подъячих Сергей Валерьевич

ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Методические указания к самостоятельной работе студентов
(очного и заочного обучения)

Лицензия на издательскую деятельность
ЛР №070444 от 11.03.1998 г.

Подписано в печать 18.06.2018 г.

Формат 60×86/16

Печ. л. 0,745

Тираж 50 экз.

Издательство Иркутского государственного
аграрного университета им. А.А. Ежевского
664038, Иркутская область, Иркутский район,
поселок Молодежный