

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

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

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета _____ Бурковский А.В.
«31» августа 2018 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины
«Общая энергетика»

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль Электропривод и автоматика
Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 4 года и 11 м.
Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2018

Автор программы

 / Крысанов В.Н./

Заведующий кафедрой
Электропривода,
автоматики и управления в
технических системах

 / Бурковский В.Л./

Руководитель ОПОП

 / ФИО руководителя ОПОП/

Воронеж 2018

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1. Цели дисциплины

формирование знаний о видах природных источников энергии и способах преобразования их в электрическую и тепловую энергию.

1.2. Задачи освоения дисциплины

освоение обучающимися основных типов энергетических установок и способов получения тепловой и электрической энергии на базе возобновляемых и невозобновляемых источников энергии.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Общая энергетика» относится к дисциплинам базовой части блока Б1.

3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Процесс изучения дисциплины «Общая энергетика» направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-2 - Способен применять соответствующий физико-математический аппарат, методы анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования при решении профессиональных задач

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции
ОПК-2	Знать: методы анализа и моделирования электротехнических устройств;
	- принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии
	Уметь: применять методы теоретического и экспериментального исследования электроэнергетических объектов
	Владеть: методами проведения компьютерных исследований электротехнических комплексов

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Общая энергетика» составляет 3 з.е.

Распределение трудоемкости дисциплины по видам занятий
очная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		3
Аудиторные занятия (всего)	36	36
В том числе:		

Лекции	18	18
Лабораторные работы (ЛР)	18	18
Самостоятельная работа	72	72
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	108 3	108 3

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		5
Аудиторные занятия (всего)	8	8
В том числе:		
Лекции	4	4
Лабораторные работы (ЛР)	4	4
Самостоятельная работа	96	96
Часы на контроль	4	4
Виды промежуточной аттестации - зачет	+	+
Общая трудоемкость академические часы з.е.	108 3	108 3

5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1 Содержание разделов дисциплины и распределение трудоемкости по видам занятий

очная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Общие сведения об энергетических системах	Развитие электроэнергетики России; электроэнергетические системы; электрические сети	4	4	12	20
2	Системы электроснабжения	Общая характеристика систем электроснабжения; основные группы потребителей электроэнергии; основные типы схем электрических сетей; режим нейтрали электрических сетей; конструкции линий, подстанций и их основного электрооборудования; основные вопросы	4	4	12	20

		проектирования и расчетов СЭС				
3	Режимы работы ЭЭС и управление ими	Классификация режимов ЭЭС; переходные режимы и процессы; нормативные показатели устойчивости и их обеспечение; средства управления режимами и их функции; автоматизированная система диспетчерского управления; структура системы противоаварийной автоматики	4	4	12	20
4	Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах	Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением; потребители и источники реактивной мощности; компенсация реактивной мощности; Регулирование напряжения и частоты в электрических сетях	2	2	12	16
5	Релейная защита	Требования, предъявляемые к релейной защите структурная схема РЗ, подключение РЗ к защищаемому объекту; дистанционная защита; направленная защита с высокочастотной блокировкой	2	2	12	16
6	Качество электроэнергии в системах электроснабжения	показатели качества электроэнергии; влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств; технические средства контроля качества электроэнергии; обеспечение качества электроэнергии	2	2	12	16
Итого			18	18	72	108

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
1	Введение. Общие сведения об энергетических системах	Развитие электроэнергетики России; электроэнергетические системы; электрические сети	-	-	16	20
2	Системы электроснабжения	Общая характеристика систем электроснабжения; основные группы потребителей электроэнергии; основные типы схем электрических сетей; режим нейтрали электрических сетей; конструкции линий, подстанций и их основного электрооборудования; основные вопросы проектирования и расчетов СЭС	1	2	16	20
3	Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах	Классификация режимов ЭЭС; переходные режимы и процессы; нормативные показатели устойчивости и их обеспечение; средства управления режимами и их функции; автоматизированная система диспетчерского управления; структура системы противоаварийной автоматики	1	2	16	16
4	Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах	Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением; потребители и источники реактивной мощности; компенсация реактивной мощности; Регулирование напряжения и частоты в электрических сетях	1	-	16	16
5	Релейная защита	Требования, предъявляемые к релейной защите структурная схема РЗ, подключение РЗ к защищаемому объекту; дистанционная защита; направленная защита с высокочастотной блокировкой	-	-	16	16
6	Качество электроэнергии в системах электроснабжения	показатели качества электроэнергии; влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств; технические средства контроля качества электроэнергии; обеспечение	1	-	16	16

		качества электроэнергии				
Итого			4	4	96	104

5.2 Перечень лабораторных работ

1. Классификация режимов ЭЭС; переходные режимы и процессы; нормативные показатели устойчивости и их обеспечение
2. Общая характеристика систем электроснабжения; основные группы потребителей электроэнергии
3. Регулирование напряжения и частоты в электрических сетях
4. структурная схема РЗ, подключение РЗ к защищаемому объекту
5. Качество электрической энергии; показатели качества электроэнергии
6. Технические средства контроля качества электроэнергии; обеспечение качества электроэнергии

6. ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ ПРОЕКТОВ (РАБОТ) И КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ

В соответствии с учебным планом освоение дисциплины не предусматривает выполнение курсового проекта (работы) или контрольной работы.

7. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

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

7.1.1 Этап текущего контроля

Результаты текущего контроля знаний и межсессионной аттестации оцениваются по следующей системе:

«аттестован»;

«не аттестован».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Аттестован	Не аттестован
ОПК-2	принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии	тест	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования; обрабатывать результаты экспериментальных	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

	исследований электротехнических установок			
	Владеть методами проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов; современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения экспериментальных исследований электротехнических	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 5 семестре для заочной формы обучения по двухбалльной системе:

«зачтено»

«не зачтено»

Компетенция		Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания		Зачтено	Не зачтено	
ОПК-2		принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии	Тест		Выполнение теста на 70-100%	Выполнение менее 70%	
		проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования; обрабатывать результаты экспериментальных исследований электротехнических установок	Решение стандартных практических задач		Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	
		Владеть методами проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов; современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения экспериментальных исследований электротехнических	Решение прикладных задач в конкретной предметной области		Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены	
Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции		Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.

ОПК-2	принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии	Тест	Выполнение теста на 90-100%	Выполнение теста на 80-90%	Выполнение теста на 70-80%	В тесте менее 70% правильных ответов
	проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования; обрабатывать результаты экспериментальных исследований электротехнических установок	Решение стандартных практических задач	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены
	Владеть методами проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов; современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения экспериментальных исследований электротехнических	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Задачи решены в полном объеме и получены верные ответы	Продемонстрирован верный ход решения всех, но не получен верный ответ во всех задачах	Продемонстрирован верный ход решения в большинстве задач	Задачи не решены

7.2 Примерный перечень оценочных средств:

7.2.1 Примерный перечень заданий:

Контрольная работа № 1 «Устойчивость ЭЭС»;

Контрольная работа № 2 «Защита от токов КЗ» для подготовки к тестированию

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач:

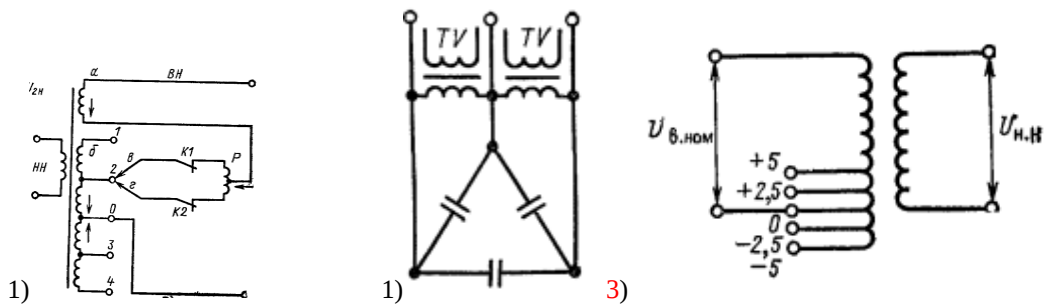
1 Каково нормальное отклонение напряжения питания электрической сети от нормы в соответствии с ГОСТ Р 54149-2010?

1) $\pm 5\%$.

2) $\pm 10\%$;

3) $+10\%$;

2. На какой схеме представлена схема трансформатора с ПБВ?



3. Какой из представленных ниже видов энергетических ресурсов не относится к органическим?

- 1) поток гидроэнергии.
- 2) тепловая энергия при сжигании угля;
- 3) тепловая энергия при сжигании природного газа;

4. На какой из элементов электроэнергетических сетей (в части передачи электроэнергии и мощности) приходится наибольшая потеря реактивной мощности?

- 1) кабель ЛЭП;
- 2) трансформаторное оборудование.
- 3) коммутирующие узлы и аварийная автоматика.

5. Что представляют собой активное и реактивное сопротивление продольной части Г-образной схемы замещения двухобмоточного однофазного трансформатора?

- 1) сумма соответственно активных и реактивных сопротивлений первичной и приведённой к ней вторичной обмоток.
- 2) активные и реактивные сопротивления первичной обмотки;
- 3) активные и реактивные сопротивления вторичной обмотки

6. Какая группа потребителей электрической энергии является самой многочисленной в современных системах?

- а) системы на базе асинхронных двигателей.
- б) системы осветительной нагрузки;
- в) системы на базе синхронных двигателей

7. В соответствии с какой формулой производится расчёт номинальной полной мощности трёхфазного автотрансформатора, если $U_{в.ном}$ и $I_{в.ном}$ соответственно напряжение и ток по стороне ВН?

- а) $S = \sqrt{3} \cdot U_{в.ном} \cdot I_{в.ном}$.
- б) $S = U_{в.ном} \cdot I_{в.ном}$;

$$в) S = \frac{\sqrt{3} \cdot U_{в.ном}}{I_{в.ном}}.$$

8. Для каких целей может быть использован шунтирующий реактор в электроэнергетических системах?

- а) только для регулирования напряжения;
- б) для регулирования уровня напряжения и компенсации реактивной мощности.
- в) только для компенсации реактивной мощности.

9. Какой режим работы наиболее характерен для таких групп потребителей, как: двигатели прокатных станов, дуговых сталеплавильных печей, сварочных агрегатов?

- а) всегда работают с постоянной нагрузкой, не зависящей от времени;
- б) повторность включения для них ниже 15 %;
- в) обладают резкопеременным режимом работы, при котором происходит значительное возрастание мощности нагрузки с течением времени.

10. Какой формулой можно выразить потери в элементе сети с сопротивлением R и максимальным током $I_{\max}$, протекающим по нему за период времени t ?

- а) $\Delta A_{\text{л}} = 3I_{\text{макс}}^3 R t$;
- б) $\Delta A_{\text{л}} = 3I_{\text{макс}}^2 R t$.
- в) $\Delta A_{\text{л}} = 3I_{\text{макс}} R t$.

7.2.3 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

№1. Воздушная линия напряжением 0,38 кВ длиной 500 м с проводами АС25, по которой предполагается передавать нагрузку $I_p=27$ А. Определить годовые издержки на потери электроэнергии в линии, если время потерь $\tau=2000$ час, а удельные затраты на потери составляют $C_{\text{л}}=1,25$ руб/кВт·ч.

Решение задачи: Годовые издержки на потери электроэнергии в линии определяются следующим образом:

$$I_{\Gamma} = m \cdot I_p^2 \cdot R \cdot \tau \cdot C_{\text{л}} \cdot 10^{-3},$$

где m – число фаз линии; I_p – расчетный ток линии; R – активное сопротивление линии, при известных значениях удельного сопротивления линии r_0 и ее длины l : $R = r_0 \cdot l$. Для провода А-25 $r_0=1,14$ Ом/км / 6 /; τ – время потерь; $C_{\text{л}}$ – удельные затраты на потери электроэнергии в линии. Тогда для нашего случая:

$$I_{\Gamma} = 3 \cdot 27^2 \cdot 1,14 \cdot 0,5 \cdot 2000 \cdot 1,25 \cdot 10^{-3} = 3116,50 \text{ руб.}$$

№ 2. Односменное предприятие получает питание от рядом расположенной подстанции по двум трёхфазным кабелям напряжением 380 В с алюминиевыми жилами сечением по 70 мм² и $L=300$ м. Почасовая токовая нагрузка его в амперах составляет 1-ый час 130, 2 – 160, 3 – 180, 4 – 170, 5 – 80, 6 – 100, 7 – 130, 8 – 120, 9 – 90. Определить суточные потери электроэнергии. Для рассматриваемого кабеля по

справочнику $R_0 = 0,443 \text{ Ом/км}$.

Решение: Воспользуемся методом среднеквадратичного тока.

Найдём среднеквадратичный ток

$$I_{\text{ср}} = \sqrt{\sum I_i^2 / t} = \sqrt{(130^2 + 169^2 + 180^2 + 170^2 + 80^2 + 100^2 + 130^2 + 120^2 + 90^2) / 9} = 133,2 \text{ А}.$$

Сопротивление кабельной линии $R_k = R_0 L / 2 = 0,443 \cdot 0,3 / 2 = 0,066 \text{ Ом}$.

Потери электроэнергии в линии $\Delta W = 3 I_{\text{с.к.}}^2 R_k t = 3 \cdot 133,2^2 \cdot 0,066 \cdot 9 \cdot 10^3 = 31,6 \text{ кВт ч}$.

№ : Определить реактивную мощность, потребляемую электродвигателем 4А280М6 при степени его загрузки равной 1. Паспортные данные двигателя

$$P_H = 90 \text{ кВт}, \eta_H = 92,5\%, \cos \varphi_H = 0,89, U_L = 380 \text{ В}; \text{ Ток холостого хода } I_{\text{хх}} = 0,6 \cdot I_H.$$

РЕШЕНИЕ задачи: Определить номинальный ток двигателя

$$I_H = \frac{P_H}{\sqrt{3} \cdot U_L \cdot \cos \varphi_H \cdot \eta_H} = \frac{90}{\sqrt{3} \cdot 0,38 \cdot 0,925 \cdot 0,89} = 166 \text{ А}.$$

Реактивная мощность, потребляемая электродвигателем при степени загрузки равной 1.

$$Q_H = \frac{P_H}{\eta_H} \cdot \tan \varphi_H = \frac{90}{0,925} \cdot 0,512 = 49,8 \text{ кВАр}$$

№ 3. При диагностике электродвигателя были измерены сопротивления фазных обмоток постоянному току. В результате измерения были получены следующие значения $R_A = 20 \text{ Ом}$; $R_B = 19,8 \text{ Ом}$; $R_C = 19,9 \text{ Ом}$. Паспортное значение сопротивления фазной обмотки постоянному току равно 20 Ом. Сделать вывод о состоянии фазных обмоток электрических машин.

РЕШЕНИЕ задачи: Измеренные значения сопротивлений обмоток различных фаз не должны отличаться более чем на 0,02 Ом. Определим, на сколько изменяются измеренные значения относительно паспортного значения сопротивления обмотки.

Фаза А - $\Delta R_A = 0 \text{ Ом}$; фаза В - $\Delta R_B = 0,2 \text{ Ом}$; фаза С - $\Delta R_C = 0,1 \text{ Ом}$. Это недопустимо, значит в фазах В и С могут быть короткозамкнутые витки или сечение провода этих фазных обмоток отличается от расчетного.

№ 4. Для оценки технического состояния изоляции обмотки асинхронного короткозамкнутого электродвигателя с линейным номинальным напряжением $U_H = 380 \text{ В}$ необходимо провести испытания повышенным напряжением межвитковой изоляции и электрической прочности главной изоляции. Измеренное сопротивление изоляции обмотки электродвигателя через 15 (R_{15}) и 60 (R_{60}) секунд после включения мегомметра равны: $R_{15} = 8 \text{ Мом}$, $R_{60} = 10 \text{ Мом}$. При оценке индукционными методами технического состояния активной стали этого электродвигателя, масса которой составляет $G = 17 \text{ кг}$, зафиксированные ваттметром потери в стали составили $P = 50 \text{ Вт}$. Определить: Напряжение испытания межвитковой изоляции, время испытаний. Напряжение испытания электрической прочности главной изоляции, время испытаний.

Решение задачи: 1. Напряжение испытания межвитковой изоляции равно

$$U_{\text{исп}} = U_H + 0,3 U_H = 380 + 114 = 494 \text{ В}. \text{ Время испытаний равно } t_{\text{исп}} = 3 \text{ мин}.$$

2. Напряжение испытания электрической прочности равно

$$U_{\text{исп}} = 1000 + 2 U_H = 1000 + 760 = 1760 \text{ В}. \text{ Время испытаний равно } t_{\text{исп}} = 1 \text{ мин}.$$

№ 5. Определить среднегеометрическое расстояние $D_{\text{ср}}$ между проводами с тремя линиями при их

горизонтальном расположении на расстоянии 4 м и определить погонные параметры для провода марки АС 120/19.

Решение: $D_{cp} = 1,26 \cdot 4 = 5,04$ м.

По таблице выбираем искомые параметры

$R_0 = 0,270$ Ом/км; $X_0 = 0,423$ Ом/км; $b_0 = 2,69 \cdot 10^{-6}$ См/км.

№ 6. Определить зависимость активного сопротивления R_o^t от температуры сталеалюминиевого провода АС 95/16, равной $t = 32^\circ\text{C}$. Температурный коэффициент электрического сопротивления для сталеалюминиевого провода $\alpha = 0,00403$ Ом/град.

Решение: Нормативное значение активного сопротивления при температуре проводника 20°C $R_o^{20} = \rho / F = 30 / 95 = 0,31$ Ом/км;

ρ – удельное активное сопротивление материала провода, Ом мм²/км;

F – сечение фазного провода (жила), мм².

$R_o^{32} = R_o^{20} [1 + \alpha(t - 20^\circ\text{C})] = 0,31 [1 + 0,00403 (32 - 20^\circ\text{C})] = 0,325$ Ом/км.

№ 7. ВЛЭП с фазными проводами АС 600/72.

Определить погонные параметры фазы, расщеплённой на два провода АС 300/48; диаметр провода после расщепления $2r_{np} = 24,2$ мм.

Решение: Активное погонное сопротивление провода

$R_o = 1,05 \rho / 2F = 1,05 \cdot 30 / 2 \cdot 300 = 0,052$ Ом/км;

Индуктивное погонное сопротивление фазы $X_o = 0,144 \lg (D_{cp}/r_{эkv}) + 0,016 / n$, Ом/км.

$$\text{Эквивалентный радиус провода } r_{эkv} = \sqrt[n]{r_{np} a^{n-1}} = \sqrt[2]{12,1 \cdot 400} = 69,6 \text{ мм.}$$

a – расстояние между расщеплёнными проводами, $a = 400$ мм.

$X_o = 0,144 \lg (8,82 \cdot 10^3 / 69,6) + 0,016 / 2 = 0,311$ Ом/км.

№ 8. Трёхфазный двухобмоточный трансформатор типа ТМ на 10 кВ имеет паспортные данные $S_{ном} = 100$ кВ А, $U_{вн} = 10$ кВ, $U_{нн} = 0,4$ кВ, $\Delta P_k = 1,97$ кВт, $\Delta P_x = 0,36$ кВт, $u_k = 4,5\%$, $I_x = 2,6\%$.

Составить упрощённую схему замещения трансформатора без учёта поперечной ветви в виде продольной ветви и определить параметры схемы замещения. Определить коэффициент трансформации k_T .

Решение:

Активное сопротивление трансформатора, приведённое к напряжению высшей обмотки

$$R = \Delta P_k U_{нн}^2 / S_{ном}^2 = 1,97 \cdot 10^3 / 100^2 = 19,7 \text{ Ом}$$

$$\text{Полное сопротивление } Z = u_k U_{нн}^2 / 100 S_{ном} = 4,5 \cdot 10^3 / 100 \cdot 100 = 45,0 \text{ Ом.}$$

$$\text{Реактивное сопротивление } X = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{45^2 - 19,7^2} = 40,5 \text{ Ом.}$$

$$\text{Коэффициент трансформации (идеального трансформатора). } k_T = U_{вн} / U_{нн} = 10 / 0,4 = 25.$$

№ 9. Кабельная линия напряжением 10 кВ протяжённостью 0,8 км, выполненная кабелем ААБ-3х120, питает предприятие мощностью нагрузки 1500 кВт, а коэффициент мощности $\cos\varphi = 0,9$.

Определить потери мощности в линии и напряжение в конце линии, если в начале линии $U_1 = 10,3$ кВ. Из параметров схемы замещения следует учитывать только активное и реактивное сопротивления, удельные значения которых равны: $R_0 = 0,258$ Ом/км; $X_0 = 0,081$ Ом/км;

Решение:

$$R_L = R_0 \cdot 0,8 = 0,258 \cdot 0,8 = 0,206 \text{ Ом. } X_L = 0,081 \cdot 0,8 = 0,065 \text{ Ом.}$$

Вставив в формулу в качестве напряжения номинальное значение найдём потери мощности

$$\Delta P = P^2 R_L / (U_n^2 \cos^2 \varphi) = 1500^2 \cdot 0,206 / (10^2 \cdot 0,9^2) = 5,7 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q = P^2 X_L / (U_n^2 \cos^2 \varphi) = 1500^2 \cdot 0,065 / (10^2 \cdot 0,9^2) = 1,8 \text{ квар.}$$

Напряжение в конце линии определяется через потерю напряжения, используя также допущение расчёта распределительных сетей о равенстве мощностей в начале и конце линии

$$U_2 = U_1 - [(P R_L + Q X_L) / U_n] =$$

$$= 10,3 - [(1500 \cdot 0,206 + 726,5 \cdot 0,065) / 10] = 10,264 \text{ кВ.}$$

$$\text{Здесь } Q = P \tan \varphi = 1500 \cdot 0,484 = 726,5 \text{ квар.}$$

№10. Определить ток плавкой вставки предохранителей для защиты от коротких замыканий

электродвигателя токарного станка: $P_n = 7,5$ кВт; $U_n = 380$ В; $\cos \varphi = 0,8$; $\eta = 87\%$; $k_{пуск} = 7$. Коэффициент кратковременной тепловой перегрузки $\alpha = 2,5$ – для легких условий.

Решение: Определим номинальную силу тока эд:

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3} U_n \cos \varphi \cdot \eta} = \frac{7500}{\sqrt{3} \cdot 380 \cdot 0,8 \cdot 0,87} = 16,4 \text{ А;}$$

$$\text{Рассчитывается пусковой ток электродвигателя: } I_{пуск} = I_n \cdot k_{пуск} = 16,4 \cdot 7 = 114,8 \text{ А}$$

В соответствии с условиями выбора плавких предохранителей определяются номинальные токи плавких

$$\text{вставок: } I_{вс} = 16,4 \text{ А; } I_{вс} = \frac{I_{пуск}}{\alpha} = \frac{114,8}{2,5} = 45,9 \text{ А;}$$

Из двух полученных значений выбираем большее.

7.2.4 Примерный перечень вопросов для подготовки к зачету

Не предусмотрено учебным планом

7.2.5 Примерный перечень заданий для решения прикладных задач

Не предусмотрено учебным планом

7.2.6. Методика выставления оценки при проведении промежуточной аттестации

Экзамен проводится по билетам, каждый из которых содержит 2

вопроса и задачу. Каждый правильный ответ на вопрос оценивается в 5 баллов, задача оценивается в 10 баллов (5 баллов верное решение и 5 баллов за верный ответ). Максимальное количество набранных баллов – 20.

1. Оценка «Неудовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал менее 6 баллов.

2. Оценка «Удовлетворительно» ставится в случае, если студент набрал от 6 до 10 баллов

3. Оценка «Хорошо» ставится в случае, если студент набрал от 11 до 15 баллов.

4. Оценка «Отлично» ставится, если студент набрал от 16 до 20 баллов.)

7.2.7 Паспорт оценочных материалов

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции	Наименование оценочного средства
1	Введение. Общие сведения об энергетических системах	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ
2	Системы электроснабжения	ОПК-2	Контрольная работа, защита лабораторных работ
3	Режимы работы ЭЭС и управление ими	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ,
4	Регулирование напряжения и частоты в энергосистемах	ОПК-2	Контрольная работа, защита лабораторных работ
5	Релейная защита	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ
6	Качество электроэнергии в системах электроснабжения	ОПК-2	Тест, защита лабораторных работ

7.3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Тестирование осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных тест-заданий на бумажном носителе. Время тестирования 30 мин. Затем осуществляется проверка теста экзаменатором и выставляется оценка согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение стандартных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении промежуточной аттестации.

Решение прикладных задач осуществляется, либо при помощи компьютерной системы тестирования, либо с использованием выданных задач на бумажном носителе. Время решения задач 30 мин. Затем осуществляется проверка решения задач экзаменатором и выставляется оценка, согласно методики выставления оценки при проведении

промежуточной аттестации.

8 УЧЕБНО МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ)

8.1 Перечень учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

1 Общая энергетика / Крысанов, В.Н.: Учеб. пособие. - Воронеж : ФГБОУ ВПО "Воронежский государственный технический университет", 2015. - 238 с. - 236-12;

2 Электроснабжение : Ч.1./ Зайцев, А.И. Учеб. пособие. - Воронеж : Научная книга, 2006. - 128 с. - (Учебная серия "Открытое образование"). - 100-00.

3 Электроснабжение : Ч.2./ Зайцев, А.И. Учеб. пособие. Ч.2. - Воронеж : Научная книга, 2006. - 88 с. - (Учебная серия "Открытое образование"). - 100-00.

4 Лабораторный практикум по общей энергетике/ Крысанов, В.Н. : учебное пособие / ФГБОУ ВО "Воронеж. гос. техн. ун-т". - Воронеж : Воронежский государственный технический университет, 2018. - 96 с. : ил. - Библиогр.: с. 93-95 (28 назв.). - ISBN 978-5-7731-0607-4 : 32-36.

5 Общая энергетика/ Крысанов В.Н.: Учеб. пособие. - Электрон. текстовые, граф. дан. (67,6 Мб). - Воронеж : ФГБОУ ВО "Воронежский государственный технический университет", 2016. - 1 файл. - 30-00.

8.2 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

8.2.1 Программное обеспечение

Лицензионное ПО

- Windows Professional 8.1 (7 и 8) Single Upgrade MVL A Each Academic
- Компас-График LT;
- AutoCAD
- Adobe Acrobat Reader
- SMath Studio;
- SCILab;
- Internet explorer;
- Opera.

Свободное ПО

- Skype
- Oppen Office

Отечественное ПО

- «Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат.ВУЗ»»
- Модуль «Программный комплекс поиска текстовых заимствований в открытых источниках сети интернет «Антиплагиат-интернет»»
- Модуль обеспечения поиска текстовых заимствований по коллекции диссертаций и авторефератов Российской государственной библиотеки (РГБ)
- Модуль поиска текстовых заимствований по коллекции научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU

8.2.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

- Российское образование. Федеральный портал. <http://www.edu.ru/>
- Образовательный портал ВГТУ <https://education.cchgeu.ru/>

8.2.3 Информационные справочные системы

- <http://window.edu.ru>
- <https://wiki.cchgeu.ru/>

8.2.4 Современные профессиональные базы данных

- Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации. URL: <http://docs.cntd.ru>
- Министерство энергетики. Адрес ресурса: <https://minenergo.gov.ru/>
- Национальная электронная библиотека. URL: elibrary.ru
- Electrical 4U. Разделы сайта: «Машины постоянного тока», «Трансформаторы», «Электротехника», «Справочник». Адрес ресурса: <https://www.electrical4u.com/>
- All about circuits. Одно из самых крупных онлайн-сообществ в области электротехники. На сайте размещены статьи, форум, учебные материалы (учебные пособия, видеолекции, разработки, вебинары) и другая информация. Адрес ресурса: <https://www.allaboutcircuits.com>
- Netelectro. Новости электротехники, оборудование и средства автоматизации. Информация о компаниях и выставках, статьи, объявления. Адрес ресурса: <https://netelectro.ru/>
- Marketelectro. Отраслевой электротехнический портал. Представлены новости отрасли и компаний, объявления, статьи, информация о мероприятиях, фотогалерея, видеоматериалы, нормативы и стандарты, библиотека, электромаркетинг. Адрес ресурса: <https://marketelectro.ru/>
- Библиотека Адрес ресурса: WWER <http://lib.wwer.ru/>

9 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ БАЗА, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ

ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

1. **Специализированная лекционная аудитория**, оснащенная оборудованием для лекционных демонстраций и проекционной аппаратурой.
2. **Учебные лаборатории:** «Электропривода, «Энергосбережения и энергоэффективности».
3. **Дисплейный класс**, оснащенный компьютерными программами для проведения лабораторного практикума.

10. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

По дисциплине «Общая энергетика» .

Основой изучения дисциплины являются лекции, на которых излагаются наиболее существенные и трудные вопросы, а также вопросы, не нашедшие отражения в учебной литературе.

Практические занятия направлены на приобретение практических навыков расчета электрооборудования систем электроснабжения. Занятия проводятся путем решения конкретных задач в аудитории.

Лабораторные работы выполняются на лабораторном оборудовании в соответствии с методиками, приведенными в указаниях к выполнению работ.

Контроль усвоения материала дисциплины производится проверкой контрольной работы.

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; помечать важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Проверка терминов, понятий с помощью энциклопедий, словарей, справочников с выписыванием толкований в тетрадь. Обозначение вопросов, терминов, материала, которые вызывают трудности, поиск ответов в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на лекции или на практическом занятии.
Лабораторная работа	Лабораторные работы позволяют научиться применять теоретические знания, полученные на лекции при решении конкретных задач. Чтобы наиболее рационально и полно использовать все возможности лабораторных для подготовки к ним необходимо: следует разобрать лекцию по соответствующей теме, ознакомиться с соответствующим разделом учебника, проработать дополнительную литературу и источники, решить задачи и выполнить другие письменные задания.
Самостоятельная работа	Самостоятельная работа студентов способствует глубокому усвоения учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: - работа с текстами: учебниками, справочниками, дополнительной литературой, а также проработка конспектов лекций; - выполнение домашних заданий и расчетов; - работа над темами для самостоятельного изучения;

	- участие в работе студенческих научных конференций, олимпиад; - подготовка к промежуточной аттестации.
Подготовка к промежуточной аттестации	Готовиться к промежуточной аттестации следует систематически, в течение всего семестра. Интенсивная подготовка должна начаться не позднее, чем за месяц-полтора до промежуточной аттестации. Данные перед зачетом три дня эффективнее всего использовать для повторения и систематизации материала.

Лист регистрации изменений

№ п/п	Перечень вносимых изменений	Дата внесения изменений	Подпись заведующего кафедрой, ответственной за реализацию ОПОП
1	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	