

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Воронежский государственный технический университет»



Декан факультета А.В. Бурковский
«31» августа 2017 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины

«Общая энергетика»

Направление подготовки 13.03.02 ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКА И ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

Профиль ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ

Квалификация выпускника бакалавр

Нормативный период обучения 4 года / 5 лет

Форма обучения очная / заочная

Год начала подготовки 2017

Автор программы

 / Крысанов В.Н./

Заведующий кафедрой
Электропривода, автоматике и
управления в технических
системах

 /Бурковский В.Л./

Руководитель ОПОП

 /Ситников Н.В./

Воронеж 2017

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 - способность 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 принципы и основные установки для выработки, передачи, преобразования и распределения электрической и тепловой энергии
	уметь проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования; обрабатывать результаты экспериментальных исследований электротехнических установок
	владеть методами проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов; современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения экспериментальных исследований электротехнических

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины «Общая энергетика» составляет 5 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	108	108
Часы на контроль	36	36
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	180	180
з.е.	5	5

заочная форма обучения

Виды учебной работы	Всего часов	Семестры
		6
Аудиторные занятия (всего)	20	20
В том числе:		
Лекции	10	10
Лабораторные работы (ЛР)	10	10
Самостоятельная работа	151	151
Контрольная работа	+	+
Часы на контроль	9	9
Виды промежуточной аттестации - экзамен	+	+
Общая трудоемкость академические часы	0	180
з.е.	5	5

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	электроэнергетические системы; электрические сети	4	4	18	26
2	Системы электроснабжения	Общая характеристика систем электроснабжения; основные группы потребителей электроэнергии, типы схем электрических сетей; режим нейтрали электрических сетей	4	4	18	26
3	Режимы работы ЭЭС и управление ими	Классификация режимов ЭЭС; переходные режимы и процессы, средства управления режимами, Автоматизированная система диспетчерского управления; структура системы противоаварийной автоматики	4	4	18	26
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, частоты и мощности в энергосистемах	2	2	18	22
5	Релейная защита	Требования, предъявляемые к релейной защите структурная схема РЗ, подключение РЗ к защищаемому объекту; токовые защиты.	2	2	18	22
6	Качество электроэнергии в системах электроснабжения	Качество электрической энергии; показатели качества электроэнергии; влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств, технические средства контроля и обеспечения качества электроэнергии.	2	2	18	22
Итого			18	18	108	144

заочная форма обучения

№ п/п	Наименование темы	Содержание раздела	Лекц	Лаб. зан.	СРС	Всего, час
-------	-------------------	--------------------	------	-----------	-----	------------

1	Введение. Общие сведения об энергетических системах	электроэнергетические системы; электрические сети	2	2	24	28
2	Системы электроснабжения	Общая характеристика систем электроснабжения; основные группы потребителей электроэнергии, типы схем электрических сетей; режим нейтрали электрических сетей	2	2	24	28
3	Режимы работы ЭЭС и управление ими	Классификация режимов ЭЭС; переходные режимы и процессы, средства управления режимами, Автоматизированная система диспетчерского управления; структура системы противоаварийной автоматики	2	2	26	30
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, частоты и мощности в энергосистемах	2	2	26	30
5	Релейная защита	Требования, предъявляемые к релейной защите структурная схема РЗ, подключение РЗ к защищаемому объекту; токовые защиты.	2	2	26	30
6	Качество электроэнергии в системах электроснабжения	Качество электрической энергии; показатели качества электроэнергии; влияние качества электроэнергии на функционирование технических средств, технические средства контроля и обеспечения качества электроэнергии.	-	-	25	25
Итого			10	10	151	171

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 и обеспечения 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	знать 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
	уметь проводить экспериментальные исследования электроэнергетического оборудования; обрабатывать результаты экспериментальных исследований электротехнических установок	Решение стандартных практических задач	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах
	Владеть методами проведения экспериментальных исследований электротехнических комплексов; современными методами и средствами оформления технической документации по результатам проведения	Решение прикладных задач в конкретной предметной области	Выполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах	Невыполнение работ в срок, предусмотренный в рабочих программах

экспериментальных исследований электротехнических				
---	--	--	--	--

7.1.2 Этап промежуточного контроля знаний

Результаты промежуточного контроля знаний оцениваются в 3 семестре для очной формы обучения, 6 семестре для заочной формы обучения по четырехбалльной системе:

- «отлично»;
- «хорошо»;
- «удовлетворительно»;
- «неудовлетворительно».

Компетенция	Результаты обучения, характеризующие сформированность компетенции	Критерии оценивания	Отлично	Хорошо	Удовл.	Неудовл.
ОПК-2	знать 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
	уметь 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 для подготовки к тестированию.

1. 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;

2. Какой из представленных ниже видов энергетических ресурсов относится к возобновляемым?

- 1) уголь;
- 2) нефть;
- 3) солнечная инсоляция.

3. В чём заключается одно из основных отличий ТЭС от КЭС?

- 1) ТЭС работает только на одном виде топлива;
- 2) комплексностью выработки на ТЭС тепло- и электроэнергии, в отличие от КЭС, производящей только электроэнергию.

3) комплексностью выработки на КЭС тепло- и электроэнергии, в отличие от ТЭС, производящей только электроэнергию;

4. Укажите верную формулу для определения числа часов использования мощности, если W – количество электроэнергии, а P_m – величина максимальной мощности:

- 1) $T = \frac{P_m}{W}$;
- 2) $T = \frac{W}{P_m}$.
- 3) $T = W \cdot P_m$;

5. Какой процесс не входит в основные стадии энергетического цикла с технической точки зрения?

- а) производство энергии;
- б) передача энергии;
- в) продажа энергии.

6. 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.

7. Сети какого класса напряжения принято называть системообразующими?

- а) до 1 кВ включительно;

б) от 1 до 220 кВ включительно;

в) от 330 кВ и выше.

8. Какова нормальная частота питающей сети для потребителей электроэнергии в России?

а) 60 Гц;

б) 50 Гц.

в) 40 Гц.

9. Укажите формулу для выражения полной мощности ветви электроэнергетической сети, если полагать, что она полностью зависит от изменения активной – $P(t)$ и реактивной – $Q(t)$ мощностей.

а) $S = \sqrt{P^2 + Q^2}$;

б) $S = \sqrt{P_0 + Q_0}$;

в) $S = \sqrt{P_0 + Q_0}$.

10. На каких типах электростанций вырабатывается большая часть электроэнергии, производимой в России?

1) атомные

2) тепловые.

3) альтернативные (на базе возобновляемых ресурсов)

7.2.2 Примерный перечень заданий для решения стандартных задач.

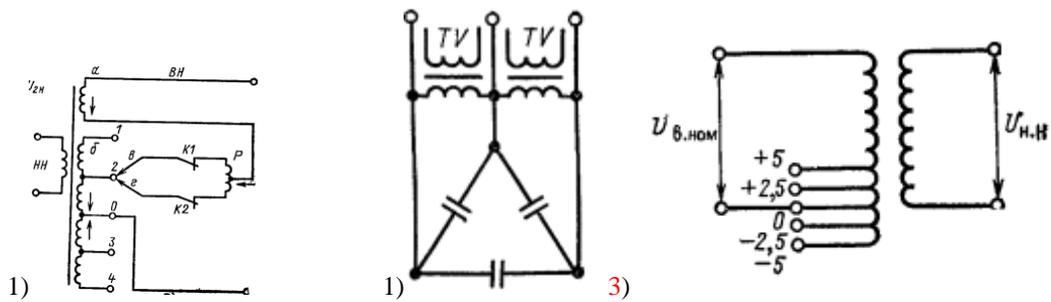
1 Каково нормальное отклонение напряжения питания электрической сети от нормы в соответствии с ГОСТ Р 54149-2010?

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 $U_{\phi 01}$ и $I_{\phi 01}$ соответственно напряжение и ток по стороне ВН?

- а) $S = \sqrt{3} U_{\phi 01} I_{\phi 01}$.
- б) $S = U_{\phi,ном} \cdot I_{\phi,ном}$;

$$S = \frac{\sqrt{3} U_{\text{ном}} I_{\text{ном}}}{\dots}$$

в)

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 станков, 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) $\Delta P = 3 I_{\text{max}}^2 R$;

б) $\Delta P = 3 I_{\text{max}} R$.

в) $\Delta P = 3 I_{\text{max}} R$

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 $I_p=27\text{А}$. 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 $\Delta W = 3 I_{\text{ср}}^2 \cdot R_k \cdot t = 3 \cdot 133,2^2 \cdot 0,066 \cdot 9 \cdot 10^3 = 31,6 \text{ кВт ч}$.

№ : 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.

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

№ 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 $U_n=380 \text{ В}$ 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

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

2. Напряжение испытания электрической прочности равно

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

№ 5. Определить среднегеометрическое расстояние D_{cp} 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_0^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 $R_0^{20} = \rho / F = 30 / 95 = 0,31$ Ом/км;

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

F – сечение фазного провода (жилы), мм².

$R_0^{32} = R_0^{20} [1 + \alpha(t - 20^\circ\text{C})] = 0,31 [1 + 0,00403 (32 - 20^\circ\text{C})] = 0,325$ 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

$R_0 = 1,05 \rho / 2F = 1,05 \cdot 30 / 2 \cdot 300 = 0,052$ Ом/км;

Индуктивное погонное сопротивление фазы $X_0 = 0,144 \lg (D_{cp}/r_{эвк}) + 0,016 / n$, Ом/км.

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

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

$X_0 = 0,144 \lg (8,82 \cdot 10^3 / 69,6) + 0,016 / 2 = 0,311$ 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

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

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

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

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

№ 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:

$$R_{л} = R_0 \cdot 0,8 = 0,258 \cdot 0,8 = 0,206 \text{ Ом. } X_{л} = 0,081 \cdot 0,8 = 0,065 \text{ Ом.}$$

Вставив в формулу в качестве напряжения номинальное значение найдём потери мощности

$$\Delta P = P^2 R_{л} / (U_n^2 \cos^2 \varphi) = 1500^2 \cdot 0,206 \cdot 10^3 / (10^2 \cdot 0,9^2) = 5,7 \text{ кВт.}$$

$$\Delta Q = P^2 X_{л} / (U_n^2 \cos^2 \varphi) = 1500^2 \cdot 0,065 \cdot 10^{-3} / (10^2 \cdot 0,9^2) = 1,8 \text{ квар.}$$

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

$$U_2 = U_1 - [(P R_{л} + Q X_{л}) / U_n] = \\ = 10,3 - [(1500 \cdot 0,206 + 726,5 \cdot 0,065) / 10] = 10,264 \text{ кВ.}$$

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

№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

1. Перечислите основные виды энергетических ресурсов. Приведите не менее трёх классификаций, применяемых к энергетическим ресурсам.

2. Современная организационно-правовая структура ЕЭС РФ.

3. Привести основные виды и характеристики органических типов топлива.
4. Автоматизированная информационно-измерительная система коммерческого учёта электроэнергии (АИИС КУЭ). Основные понятия, требования к подобным системам.
5. Привести основные виды и характеристики геофизических типов энергетических ресурсов.
6. Балансовые ограничения в ЭЭС. Особенности диспетчерского управления в ЭЭС РФ.
7. Привести основные виды и характеристики альтернативных источников выработки энергии.
8. Ограничение токов КЗ. Основные понятия, конструкторские решения: схемы. Экономическая обоснованность выбора различных типов оборудования, предназначенного для защиты от токов КЗ.
9. Принцип функционирования, особенности, структура ТЭЦ и КЭС.
10. Пропускная способность линий различного напряжения.
11. Принцип функционирования, особенности, структура АЭС.
12. Требования к схемам электрических соединений электростанций.
13. Принцип функционирования, особенности, структура ГЭС и ГАЭС.
14. Фильтро-компенсирующие устройства. Схемы, основные особенности, рекомендации по применению и экономические показатели эффективности функционирования.
15. Принцип функционирования, особенности, структура ветровых, солнечных, геотермальных, приливных электростанций.
16. Батареи статических конденсаторов. Схемы, основные особенности, рекомендации по применению и экономические показатели эффективности функционирования.
17. Принцип функционирования, особенности, структура ветровых, солнечных, геотермальных, приливных электростанций.
18. Реактивная мощность в ЭЭС. Типы устройств компенсации реактивной мощности
19. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования турбогенератора.
20. Изменение напряжения изменением сопротивления сети (продольная

компенсация)

21. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования магнитогидродинамических генераторов.

22. Регулирование напряжения изменением перетоков реактивных мощностей

23. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования термоэлектрических генераторов.

24. Регулирование напряжения с помощью вольтодобавочных трансформаторов

25. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования электрохимических генераторов.

26. Регулирование напряжения силовых трансформаторов путём изменения

коэффициента трансформации

27. Характеристики, особенности и описание принципа функционирования электрохимических генераторов.

8. Регулирование напряжения в ЭЭС изменением напряжения на электростанциях.

29. Раскройте основные положения относительно электроэнергетической системы (ЭЭС): структура, специфика, назначение.

30. Влияние качества электроэнергии на работу электроприемников.

31. Подробная классификация электрических сетей по различным видам признаков (привести классификацию не менее чем по пяти различным показателям).

32. Качество электрической энергии. Основные положения и понятия ГОСТ Р 54149-2010 «Электрическая энергия. Совместимость технических средств электромагнитная. Нормы качества электрической энергии в системах электроснабжения общего назначения».

33. Силовые трансформаторы: принцип действия, схемы замещения, основные параметры.

34. Режимы нейтрали в сетях напряжением до 1000 В.

35. ЛЭП: классификация, схемы замещения линий различных классов напряжения.

36. Системы с глухозаземлённой нейтралью. Особенности, схемы

замещения, векторные диаграммы, характеризующие данные системы.

37. Преимущества от объединения ЭЭС в единую электроэнергетическую систему (ЕЭС). Основные понятия диспетчерского управления.

38. Системы с компенсированной нейтралью. Особенности, схемы замещения, векторные диаграммы, характеризующие данные системы.

39. Понятие качества электрической энергии. Потери электрической энергии.

40. Системы с изолированной нейтралью. Особенности, схемы замещения, векторные диаграммы, характеризующие данные системы.

41. Структура генерирующих мощностей ЕЭС РФ.

42. Способы заземления нейтрали в различных типах электрических установок. Особенности, схемы замещения, рекомендации по применению.

43. Электросетевой комплекс ЕЭС РФ.

44. Потери мощности и электроэнергии в ЭЭС. Структура. Нормирование потерь. Экономически обоснованный уровень потерь.

45. Графики нагрузки потребителей электроэнергии.

46. Экономико – техническое обоснование уровня напряжения для передачи электрической энергии.

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	Наименование оценочного средства
-------	--	--------------------	----------------------------------

		компетенции	
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 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:

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

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

– ФГУП «Стандартинформ». Адрес ресурса:
<http://www.gostinfo.ru/catalog/gostlist/>

– 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/>

– Чертежи.ru Адрес ресурса: <https://chertezhi.ru/>

– БАЗА ДАННЫХ ПО ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ и ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЮ URL: <https://online-electric.ru/dbase.php>

– База данных ГОСТов по энергетике. Адрес ресурса:
<https://www.ruscable.ru/doc/docgost/>

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.

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

Вид учебных занятий	Деятельность студента
Лекция	Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометать 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 усвоению учебного материала и развитию навыков самообразования. Самостоятельная работа предполагает следующие составляющие: <ul style="list-style-type: none"> - 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	30.08.2018	
2	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2019	
3	Актуализирован раздел 8.2 в части состава используемого лицензионного программного обеспечения, современных профессиональных баз данных и справочных информационных систем	31.08.2020	