

ПЕРВОЕ ВЫСШЕЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ УЧЕБНОЕ ЗАВЕДЕНИЕ РОССИИ



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

СОГЛАСОВАНО

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель ОПОП ВО
профессор В.А. Шпенст

Проректор по образовательной
деятельности
Д.Г. Петраков

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Уровень высшего образования:	Магистратура
Направление подготовки:	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль):	Системы электроснабжения
Квалификация выпускника:	Магистр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Костин В.Н.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Актуальные аспекты электроснабжения»
разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – магистратура по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 147 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана магистратуры по направлению «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Системы электроснабжения».

Составитель _____ к.т.н., доц. В.Н. Костин

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 30.01.2023 г., протокол № 09/03.

Заведующий кафедрой _____ к.т.н., доц. С.В. Бабурин

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у студентов базовых знаний в области проектирования, исследования, эксплуатации и управления режимами систем электроснабжения объектов различного назначения.

Основные задачи дисциплины:

- получение сведений об электроэнергетике, электропотреблении и электрических нагрузках;
- изучение способов канализации электроэнергии, конструкций и расчетов линий электропередачи;
- ознакомление с нормативными показателями качества электроэнергии и способами их регулирования;
- изучение способов заземления нейтралей электрических сетей;
- освоение методов расчета потерь мощности и электроэнергии в системах электроснабжения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Актуальные аспекты электроснабжения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) основной профессиональной образовательной программы подготовки магистров по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Системы электроснабжения», изучается во 2 и 3 семестрах.

Дисциплина «Актуальные аспекты электроснабжения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Организация технического обслуживания электрохозяйства предприятий», «Топология систем электроснабжения промышленных предприятий».

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины «Актуальные аспекты электроснабжения» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен планировать и ставить задачи исследования, самостоятельно выполнять исследования	ПКС-1.	ПКС-1.1. Анализирует состояние и динамику показателей качества объектов деятельности с использованием необходимых методов и средств исследований. ПКС-1.2. Создает математические модели объектов профессиональной деятельности. ПКС-1.3. Разрабатывает планы и программы проведения исследований; ПКС-1.4. Анализирует и синтезирует объекты профессиональной деятельности.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 7 зачетных единиц или 252 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам	
		2	3
Аудиторные занятия (всего), в том числе	117	72	45
Лекции	18	9	9
Практические занятия	63	45	18
Лабораторные работы	36	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	99	72	27
Курсовая работа .	36	36	-
Подготовка к лабораторным работам	32	18	14
Подготовка к практическим занятиям	31	18	13
Вид промежуточной аттестации (дифф. зачет - Д, экзамен - Э)	36	Д	36 (Э)
Общая трудоемкость дисциплины	-	-	-
ак. час	252	144	108
зач. ед.	7	4	3

4.2. Содержание дисциплины

Учебным планом предусмотрены: лекции, лабораторные работы, практические занятия и самостоятельная работа.

4.2.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№	Название модуля (темы)	Всего часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная Работа в том числе курсовая работа
1	Раздел 1. Введение. Потребление электроэнергии	39	3	15	6	15
2	Раздел 2. Канализация электроэнергии	25	3	6	6	10
3	Раздел 3. Расчет конструкций ВЛ	68	3	24	6	35
4	Раздел 4. Качество электрической энергии	25	3	6	6	10
5	Раздел 5. Режимы нейтрали электрических сетей	25	3	6	6	10
6	Раздел 6. Потери электроэнергии в системах электроснабжения	34	3	6	6	19
	Итого:	216	18	63	36	99
	Подготовка к экзамену	36				
	Всего часов	252				

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Разделы	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
2 семестр			
1	Раздел 1.	Графики электрических нагрузок. Основные характеристики электропотребления. Расчет нагрузок по удельным расходам электроэнергии и удельным плотностям нагрузки. Коэффициент спроса. Основные положения Указаний по расчету электрических нагрузок (РТМ 36.18.32.4-92). Расчет коммунально-бытовых нагрузок.	3
2	Раздел 2	Воздушные линии электропередачи. Кабельные линии электропередачи. Токопроводы и шинопроводы. Электропроводки. Подстанции систем электроснабжения. Выбор числа и мощности трансформаторов. Размещение подстанций.	3
3	Раздел 3	Климатические условия. Основная задача расчета проводов на прочность. Расчетные режимы. Выбор опор. Расстановка опор по профилю трассы. Габаритный, ветровой и весовой пролеты. Приведенный (расчетный) пролет. Расчет проводов. Удельные нагрузки. Исходный режим. Уравнение состояния провода. Монтажный режим. Монтажный график. Выбор изоляторов и линейной арматуры. Защита проводов от вибрации. Расчет пересечений ВЛ.	3
3 семестр			
4	Раздел 4	Основные положения ГОСТ 32144-13. Отклонение частоты и напряжения. Колебания напряжения. Несинусоидальность и несимметрия напряжения. Влияние показателей качества электроэнергии на работу электроприемников. Электромагнитная совместимость. Пути повышения качества напряжения в системах электроснабжения промышленных предприятий.	3
5	Раздел 5	Режимы нейтралей электрических сетей напряжением до 1 кВ. Режимы нейтралей электрических сетей среднего напряжения 6-35 кВ. Режимы нейтралей электрических сетей напряжением 110 кВ и выше.	3
6	Раздел 6	Величина потерь электроэнергии в электрических сетях. Переменные и постоянные потери электроэнергии и их соотношение. Основные положения программного комплекса РТП. Метод оперативных расчетов. Метод средних нагрузок. Метод расчетных суток. Метод числа часов наибольших потерь мощности.	3
Итого			18

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. час.
2 семестр			
1	Раздел 1	Потребление электроэнергии	15
2	Раздел 2	Канализация электроэнергии	6
3	Раздел 2	Расчет конструкций ВЛ	24
3 семестр			
4	Раздел 4	Качество электроэнергии	6
5	Раздел 5	Режимы нейтрали электрических сетей	6
6	Раздел 6	Потери электроэнергии в системах электроснабжения	6
Итого:			63

4.2.4. Лабораторные занятия

№ п/п	Раздел	Тематика лабораторных работ	Трудоемкость, ак. час.
2 семестр			
1	Раздел 1	Моделирование сетевых элементов СЭС. Режим спокойной нагрузки.	6
2	Раздел 1	Режим регулирования напряжения с помощью конденсаторных батарей.	6
3	Раздел 2	Фильтры нулевой и обратной последовательностей. Режим несимметричной нагрузки .	6
3 семестр			
4	Раздел 4	Качество напряжения в СЭС с нелинейной нагрузкой.	6
5	Раздел 4	Высшие гармоники в СЭС с нелинейной нагрузкой. Режим компенсации реактивной мощности в СЭС с нелинейной нагрузкой.	6
6	Раздел 6	Оценка эффективности антирезонансных дросселей	6
Итого:			36

4.2.5. Курсовая работа

№ п/п	Тематика курсовой работы
1	Электроснабжение коттеджного поселка
2	Электроснабжение образовательного учреждения
3	Электроснабжение общественного здания
4	Электроснабжение жилого дома
5	Электроснабжение учреждения здравоохранения
6	Электроснабжение гостиницы (отеля)
7	Электроснабжение торгового центра

5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

В ходе обучения применяются:

Лекции, которые являются одним из важнейших видов учебных занятий и составляют основу теоретической подготовки обучающихся.

Цели лекционных занятий:

- дать систематизированные научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;
- стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

Лабораторные занятия. Цели лабораторных занятий:

- углубить и закрепить знания, полученные на лекциях и в процессе самостоятельной работы обучающихся с учебной и научной литературой;
- главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Практические занятия. Цели практических занятий:

- совершенствовать умения и навыки решения практических задач.

Главным содержанием этого вида учебных занятий является работа каждого обучающегося по овладению практическими умениями и навыками профессиональной деятельности.

Консультации (текущая консультация, накануне дифф. зачета и экзамена) является одной из форм руководства учебной работой обучающихся и оказания им помощи в самостоятельном изучении материала дисциплины, в ликвидации имеющихся пробелов в знаниях, задолженностей по текущим занятиям, в подготовке письменных работ (проектов).

Текущие консультации проводятся преподавателем, ведущим занятия в учебной группе, научным руководителем и носят как индивидуальный, так и групповой характер.

Самостоятельная работа обучающихся направлена на углубление и закрепление знаний, полученных на лекциях и других занятиях, выработку навыков самостоятельного активного приобретения новых, дополнительных знаний, подготовку к предстоящим учебным занятиям и промежуточному контролю.

Курсовая работа позволяет обучающимся развить навыки научного поиска.

6. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1. Потребление электроэнергии

1. Классификация электроприемников и потребителей электроэнергии.
2. Уровни системы электроснабжения.
3. Требования к надежности электроснабжения.
4. Понятие о расчетной нагрузке
5. Методы расчета электрических нагрузок

Раздел 2. Канализация электроэнергии

1. Воздушные ЛЭП
2. Кабельные ЛЭП
3. Токопроводы и шинопроводы.
4. Подстанции систем электроснабжения.
5. Выбор числа и мощности трансформаторов.

Раздел 3. Расчет конструкций ВЛ

1. Климатические условия.
2. Выбор опор и их расстановка по профилю трассы.
3. Расчет проводов на прочность.
4. Выбор изоляции и линейной арматуры.
5. Расчет пересечений ВЛ.

Раздел 4. Качество электрической энергии

1. Отклонение частоты и напряжения.
2. Колебания напряжения.
3. Несинусоидальность и несимметрия напряжения.
4. Влияние показателей качества электроэнергии на работу электроприемников.
5. Пути повышения качества напряжения в СЭС.

Раздел 5. Режимы нейтрали электрических сетей

1. Режимы нейтралей электрических сетей напряжением до 1 кВ.
2. Режимы нейтралей электрических сетей среднего напряжения 6-35 кВ.
3. Резистивное заземление нейтралей.
4. Эффективное заземление нейтралей.
5. Режимы нейтралей электрических сетей напряжением 210 кВ и выше.

Раздел 6. Потери электроэнергии в системах электроснабжения

1. Основные положения программного комплекса РТП.
2. Метод оперативных расчетов.
3. Метод средних нагрузок.
4. Метод расчетных суток.
5. Метод числа часов наибольших потерь мощности.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к диф. зачету:

1. Основные показатели электропотребления.
2. Уровни системы электроснабжения.
3. Надежности электроснабжения. Требования нормативных документов.
4. Графики электрических нагрузок.
5. Суточные и годовые графики.
6. Основные коэффициенты, характеризующие электропотребление.
7. Число часов использования максимальной нагрузки.
8. Расчет нагрузок по удельным расходам электроэнергии и плотностям нагрузки.
9. Расчет нагрузок по коэффициенту спроса.
10. Конструкции ВЛ.
11. Конструкции КЛ.
12. Конструкции токопроводов и шинпроводов.
13. Электропроводки.
14. Подстанции систем электроснабжения.
15. Расчет конструктивной части ВЛ.
16. Расчет пересечений с инженерными сооружениями.

Примерный перечень вопросов/заданий к экзамену:

17. Требования ГОСТ к качеству электроэнергии.
18. Нормы качества электроэнергии.
19. Влияние показателей качества электроэнергии на работу электроприемников.
20. Понятие об электромагнитной совместимости.
21. Регулирование показателей качества.
22. Системы заземления в сетях переменного трехфазного тока
23. Режимы нейтралей электрических сетей напряжением до 1 кВ.
24. Изолированная нейтраль.
25. Компенсированная нейтраль.
26. Заземление нейтрали через резистор.
27. Эффективно заземленная нейтраль.
28. Расход электроэнергии на ее транспорт.

29. Расчет постоянных потерь электроэнергии.

30. Расчет переменных потерь электроэнергии.

6.2.2. Примерные тестовые задания к экзамену

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 1		
1	Приемник электрической энергии есть ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования тепловой энергии в электрическую. 2. аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии. 3. аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования механической энергии в электрическую. 4. аппарат, агрегат и др., предназначенный для выработки электроэнергии.
2	Количество уровней системы электроснабжения ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. 3. 2. 4. 3. 5. 4. 7.
3	Допустимый перерыв электроснабжения электроприемников 1 категории ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. не более суток. 2. на время ввода резервного питания оперативным персоналом. 3. на время автоматического ввода резервного питания. 4. на время ремонта поврежденного оборудования.
4	Допустимый перерыв электроснабжения электроприемников 2 категории ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. не более суток. 2. на время ввода резервного питания оперативным персоналом. 3. на время автоматического ввода резервного питания. 4. на время ремонта повреждения.
6	Для оценки номинального напряжения линии используется формула ... (L , км; P , МВт)	<ol style="list-style-type: none"> 1. $U_{\text{ном}} = 4,34\sqrt{L + P}$. 2. $U_{\text{ном}} = 4,34\sqrt{L + 16P}$. 3. $U_{\text{ном}} = 16\sqrt{L + 4,34P}$. 4. $U_{\text{ном}} = 4,34\sqrt{16L + P}$.
7	Оптимальное место расположения ГПП ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. на любой границе предприятия. 2. на границе предприятия со стороны энергосистемы. 3. в центре электрических нагрузок. 4. у самого мощного цеха.
8	Наиболее распространенный вид электрических сетей до 1 кВ внутри зданий и сооружений ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. электропроводка. 2. кабельная сеть. 3. сеть, выполненная проводами СИП. 4. воздушные линии.
9	Магистральные и распределительные шинопроводы изготавливаются на номинальный ток ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. магистральные – 250, 400, 630 А; распределительные – 1600, 2500, 4000 А. 2. магистральные – 1600, 2500, 4000 А; распределительные – 250, 400, 630 А. 3. магистральные – 250, 400, 630 А; распределительные – 250, 400, 630 А. 4. магистральные – 1600, 2500, 4000 А;

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		распределительные –1600, 2500, 4000 А.
10	Самонесущие изолированные провода (СИП) используются для линий напряжением ...	1. до 1 кВ. 2. до 10 кВ. 3. до 220 кВ. 4. до 35 кВ.
11	Выбор сечений проводников проводится, как правило, ...	1. по потере напряжения. 2. по экономической плотности тока. 3. по механической прочности. 4. по условиям короны.
12	Экономическая плотность тока соответствует ...	1. минимуму потерь напряжения в линии. 2. минимуму потерь мощности в линии. 3. минимуму потерь энергии в линии. 4. минимуму затрат на сооружение и эксплуатацию линии.
13	Сечения проводов воздушной линии не проверяются ...	1. по экономической плотности тока. 2. по термической стойкости. 3. по потерям напряжения. 4. по условиям короны.
14	Выбранные сечения жил кабельной линии не проверяются ...	1. по экономической плотности тока. 2. по термической стойкости. 3. по условиям короны. 4. по допустимому нагреву.
15	Минимальное по механической прочности сечение проводов определяется ...	1. районом по пляске проводов. 2. районом по гололеду. 3. районом по ветру. 4. районом по грозовой деятельности.
16	Наиболее часто имеют место ...	1. трехфазные КЗ 2. двухфазные КЗ на землю 3. двухфазные КЗ 4. однофазные КЗ
17	Постоянная времени цепи КЗ рассчитывается по выражению ...	1. $T_a = L_k/R_k$. 2. $T_a = R_k/L_k$. 3. $T_a = L_k R_k$. 4. $T_a = L_k + R_k$.
18	Ударный ток есть ...	1. минимальное значение тока КЗ. 2. среднее значение тока КЗ. 3. действующее значение тока КЗ. 4. максимальное значение тока КЗ.
19	Максимальное значение тока КЗ достигается через ...	1. период промышленной частоты. 2. полпериода промышленной частоты. 3. одну секунду. 4. 0,01 периода промышленной частоты
20	Базисные ток и сопротивление определяются по формулам ...	1. $I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6}$; $Z_6 = \sqrt{3}I_6U_6$. 2. $I_6 = \sqrt{3}U_6S_6$; $Z_6 = \frac{U_6}{\sqrt{3}I_6}$. 3. $I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6}$; $Z_6 = \frac{I_6}{\sqrt{3}U_6}$. 4. $I_6 = \frac{S_6}{\sqrt{3}U_6}$; $Z_6 = \frac{U_6}{\sqrt{3}I_6}$.
Вариант 2		
1	Режим нейтрали сети 110 кВ ...	1. только изолированная. 2. только компенсированная. 3. глухозаземленная. 4. эффективно заземленная.
2	Режим нейтрали сетей напряжением 3-35 кВ ...	1. только изолированная. 2. глухозаземленная. 3. эффективно заземленная.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
		4. изолированная или компенсированная.
3	Режим нейтрали сетей напряжением до 1 кВ ...	1. только изолированная. 2. только компенсированная. 3. глухозаземленная. 4. эффективно заземленная.
4	Количество проводов в трехфазной системе <i>TN-C</i> ...	1. 1. 2. 2. 3. 3. 4. 4.
5	Количество проводов в трехфазной системе <i>TN-S</i> ...	1. 1. 2. 2. 3. 3. 4. 5.
6	Число часов использования максимума нагрузки это время, за которое потребитель, работая...	1. со средней нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику. 2. со среднеквадратичной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику. 3. с минимальной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику. 4. с максимальной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.
7	Метод, не применяемый для расчета нагрузок ...	1. метод удельных расходов энергии. 2. симплекс- метод. 3. метод удельной плотности нагрузки. 4. метод коэффициента спроса.
8	Метод определения расчетной нагрузки ...	1. метод симметричных составляющих. 2. симплекс- метод. 3. операторный метод. 4. метод коэффициента спроса.
9	Метод определения расчетной нагрузки ...	1. метод симметричных составляющих. 2. симплекс- метод. 3. операторный метод. 4. метод коэффициентам расчетной активной мощности.
10	Эффективное число электроприемников (ЭП) это количество ЭП ...	1. одинаковых по мощности и режиму работы, которое создает ту же расчетную нагрузку, что и фактическая группа ЭП. 2. полученное делением их установленной мощности на максимальную мощность ЭП. 3. полученное делением их установленной мощности на среднюю мощность ЭП. 4. полученное делением их установленной мощности на среднеквадратичную мощность ЭП
11	Коэффициент неравномерности графика нагрузки есть ...	1. отношение максимальной нагрузки к минимальной. 2. отношение минимальной нагрузки к максимальной. 3. отношение средней нагрузки к номинальной. 4. отношение средней нагрузки к максимальной.
12	Постоянная времени нагрева для магистральных шинопроводов и цеховых трансформаторов ...	1. 0,5 ч. 2. 2,5 ч. 3. 10 мин. 4. 6 ч.
13	Коэффициент расчетной активной мощности не зависит от ...	1. эффективного числа электроприемников. 2. средневзвешенного значения коэффициента использования 3. постоянной времени нагрева шинопровода. 4. постоянной времени нагрева трансформатора.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
14	Коэффициент заполнения графика нагрузки есть ...	1. отношение минимальной нагрузки к максимальной. 2. отношение средней нагрузки к номинальной. 3. отношение средней нагрузки к минимальной. 4. отношение средней нагрузки к максимальной.
15	Основой определения расчетных нагрузок городов и поселков является ...	1. метод удельных нагрузок. 2. метод коэффициента спроса. 3. метод потенциалов. 4. метод коэффициентам расчетной активной мощности.
16	Минимальные сечения проводов ВЛ 110 кВ по условиям ограничения потерь на корону...	1. 50 мм ² . 2. 70 мм ² . 3. 120 мм ² . 4. 240 мм ² .
17	Перегрузка кабелей с бумажной пропитанной изоляцией напряжением 20 кВ и выше ...	1. не допускается. 2. допускается, но не более суток. 3. допускается только на время ввода резервного питания оперативным персоналом. 4. допускается не более 6 часов в сутки в течение 5 суток.
18	Перегрузка кабелей напряжением 6-10 кВ свыше допустимого длительного тока ...	1. не допускается. 2. допускается, но не более суток. 3. допускается только на время ввода резервного питания оперативным персоналом. 4. допускается не более 6 часов в сутки в течение 5 суток.
19	Минимальные сечения проводов ВЛ 220 кВ по условиям ограничения потерь на корону ...	1. 50 мм ² . 2. 70 мм ² . 3. 120 мм ² . 4. 400 мм ² .
20	Сечение жестких шин выбирают по ...	1. экономической плотности тока. 2. потере мощности. 3. механической прочности. 4. допустимому нагреву.
Вариант 3		
1	Распределение электроэнергии по территории промышленного предприятия осуществляется, как правило, ...	1. кабельными линиями. 2. воздушными линиями. 3. токопроводами. 4. электропроводами.
2	Расщепление обмоток трансформаторов используется для ...	1. охлаждения трансформатора. 2. ограничения токов КЗ. 3. диагностики трансформаторов. 4. регенерации масла.
3	Выбор мощности трансформаторов ГПП следует выполнять по формуле ... (S_p – расчетная мощность, k_n – коэффициент допустимой перегрузки; k_{12} – коэффициент участия в нагрузке потребителей 1-й и 2-й категорий)	1. $S_{ном} \geq \frac{S_p k_n}{k_{12}}$. 2. $S_{ном} \geq \frac{k_n k_{12}}{S_p}$. 3. $S_{ном} \geq \frac{S_p k_{12}}{k_n}$. 4. $S_{ном} \geq \frac{S_p}{k_{12} k_n}$.
4	При удельной плотности более 0,2... 0,5 кВ·А/м ² и суммарной нагрузке более 3000... 4000 кВ·А целесообразно применять цеховые трансформаторы мощностью ...	1. не более 250 кВ·А. 2. не более 1000 кВ·А. 3. 1600 кВ·А. 4. 630...1000 кВ·А.
5	Коэффициент загрузки двухтрансформаторных цеховых ТП следует принимать...	1. 0,2...0,4. 2. 0,4...0,6. 3. 1,0...1,5. 4. 0,7...0,8.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
6	Из четырех переменных S, I, U, Z независимыми являются ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. одна. 2. две. 3. три. 4. все четыре.
7	Полное сопротивление трансформатора рассчитывается по формуле ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. $Z_T = \frac{u_{кз} S_{НОМ Т}}{100 U_{НОМ}^2}$. 2. $Z_T = \frac{u_{кз} U_{НОМ}}{100 S_{НОМ Т}}$. 3. $Z_T = \frac{u_{кз} U_{НОМ}}{100 S_{НОМ Т}^2}$. 5. $Z_T = \frac{u_{кз} U_{НОМ}^2}{100 S_{НОМ Т}}$.
8	Сила взаимодействия двух проводников с током пропорциональна ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. произведению токов. 2. сумме токов. 3. частному от деления токов. 4. модулю разности токов.
9	Тепловой импульс тока рассчитывается по формуле ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. $B_k = I_{п0} [t_k + T_a]$. 2. $B_k = I_{п0}^2 [t_k + T_a]$. 3. $B_k = I_{п0} [t_k + T_a]^2$. 4. $B_k = I_{п0}^2 [t_k + T_a]^2$.
10	Особенности расчета токов КЗ в сетях до 1 кВ ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. расчет в именованных единицах без учета активных сопротивлений. 2. расчет в относительных единицах с учетом активных сопротивлений. 3. расчет в именованных единицах с учетом активных сопротивлений. 4. расчет в именованных единицах без учета реактивных сопротивлений.
11	Выбор электрических аппаратов осуществляется по ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. номинальным напряжению и току. 2. термической стойкости к току КЗ. 3. классу точности. 4. динамической стойкости к току КЗ.
12	Силовые выключатели предназначены для ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. переключений без нагрузки и создания видимого разрыва электрической цепи. 2. включения и отключения электрической цепи в любых ее режимах от холостого хода до КЗ. 3. отключения рабочих токов. 4. отключения цепи при превышении током определенного значения.
13	На термическую и динамическую стойкость не проверяются ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. трансформаторы тока. 2. трансформаторы напряжения. 3. выключатели силовые. 4. разъединители.
14	Разъединители предназначены для ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. переключений без нагрузки и создания видимого разрыва электрической цепи. 2. включения и отключения электрической цепи в любых ее режимах от холостого хода до КЗ. 3. отключения рабочих токов. 4. отключения цепи при превышении током определенного значения.
15	Плавкие предохранители предназначены для ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. переключений без нагрузки и создания видимого разрыва электрической цепи. 2. включения и отключения электрической цепи в любых ее режимах от холостого хода до КЗ. 3. отключения рабочих токов. 4. отключения цепи при превышении током определенного значения.
16	Показатели качества электроэнергии нормирует ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. ГОСТ 2. ПУЭ 3. ПТЭ 4. энергосистема

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
17	Допустимое отклонение частоты в системах электро-снабжения в течение 95 % времени интервала в одну неделю составляет ...	1. $\delta f = \pm 0,1$ Гц. 2. $\delta f = \pm 0,3$ Гц. 3. $\delta f = \pm 0,5$ Гц. 4. $\delta f = \pm 0,2$ Гц.
18	Допустимое значения отклонения напряжения δU в точке передачи электрической энергии не должно превышать ...	1. 5 % $U_{\text{ном.}}$. 2. 15 % $U_{\text{ном.}}$. 3. 0,2 % $U_{\text{ном.}}$. 4. 10 % $U_{\text{ном.}}$.
19	Суммарный коэффициент гармонических составляющих напряжения K_U в точке передачи электрической энергии рассчитывается по формуле ...	1. $K_U = \frac{\sum_{n=2}^{40} U_n^2}{U_1^2} 100\%$. 2. $K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^{40} U_n^2}}{U_1} 100\%$. 3. $K_U = \frac{\sum_{n=1}^{40} U_n}{U_1} 100\%$. 4. $K_U = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} U_n^2}}{U_1} 100\%$.
20	Причиной колебаний напряжения являются ...	1. крупные однофазные нагрузки. 2. нарушение баланса генерируемой и потребляемой активной мощности. 3. мощные нелинейные элементы. 4. нагрузки с повторно-кратковременным режимом работы

6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости

6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (дифф. зачета)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения «3» (удовлетворительно)	Углубленный уровень освоения «4» (хорошо)	Продвинутый уровень освоения «5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 60% лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 70 % лекционных, практических и лабораторных занятий	Посещение не менее 85 % лекционных, практических и лабораторных занятий
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объёме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Уверенно находит решения предусмотренных программой обучения заданий	Безошибочно находит решения предусмотренных программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-50	Неудовлетворительно
51-65	Удовлетворительно
66-85	Хорошо
86-100	Отлично

6.3.2. Критерии оценок промежуточной аттестации (экзамен)

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы	Студент поверхностно знает материал основных разделов и тем учебной дисциплины, допускает неточности в ответе на вопрос	Студент хорошо знает материал, грамотно и по существу излагает его, допуская некоторые неточности в ответе на вопрос.	Студент в полном объеме знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос
Не умеет находить решения большинства предусмотренных программой обучения заданий	Иногда находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Уверенно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий	Безошибочно находит решения, предусмотренные программой обучения заданий
Большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено	Предусмотренные программой обучения задания выполнены удовлетворительно	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены	Предусмотренные программой обучения задания успешно выполнены

6.3.3. Критерии оценок промежуточной аттестации в форме защиты курсовой работы

Студент выполняет курсовую работу в соответствии с графиком, принятым на заседании кафедры. Оценка может быть снижена за несоблюдение установленного кафедрой графика.

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Студент не выполнил курсовую работу в соответствии с заданием. Не владеет теоретическими знаниями по изучаемой дисциплине. Необходимые практические компетенции не сформированы	Студент выполнил курсовую работу с существенными ошибками. При защите курсового проекта демонстрирует слабую теоретическую подготовку. При решении задач, предусмотренных программой учебной дисциплины, допускает неточности, существенные ошибки	Студент выполнил курсовую работу с некоторыми незначительными ошибками и неточностями. При защите курсового проекта демонстрирует хорошую теоретическую подготовку. Хорошо справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины	Студент выполнил курсовую работу полностью в соответствии с заданием. При защите курсового проекта демонстрирует высокую теоретическую подготовку. Успешно справляется с решением задач, предусмотренных программой учебной дисциплины

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Кудрин, Б.И. Электроснабжение промышленных предприятий: учебник. – М.: Интернет Инжиниринг, 2006. – 672 с.

URL: <http://www.amac.md/Biblioteca/data/16/01/20/95.2.pdf> (дата обращения: 7.05.2020).

7.1.2. Дополнительная литература

2. Конюхова, Е.А. Электроснабжение объектов: учеб. пособие / Е.А. Конюхова. – М.: Мастерство, 2002. – 320 с. URL: <https://studfile.net/preview/1004735/> (дата обращения: 24.05.2020).

3. Правила устройства электроустановок: 7-е изд. – СПб.: ДЕАН, 2004.

URL: <http://etp-perm.ru/el/pue> (дата обращения: 24.05.2020).

4. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д.Л. Файбисовича. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005 – 320 с. URL: <https://www.c-ok.ru/images/library/watermarked/cok/355/35566/8033a77045f74e62fc10650e257a1acb.pdf> (дата обращения: 24.05.2020).

5. Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения: Справочник: учебное пособие. – М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2008. – 480 с.

URL: <https://issuu.com/brizmotors/docs/g-n-opoleva---skhemy-i-podstancii-e/2> (дата обращения: 24.05.2020).

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

6. Актуальные аспекты электроснабжения. Методические указания к лабораторным работам / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. *В.Н. Костин., В.А. Сериков*, СПб, 2020 – 37 с.

7.2. Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Справочные материалы по проводам и кабелям

<http://www.ruscable.ru/>

2. Справочные материалы по трансформаторам

<http://leg.co.ua/info/transformatory/>

3. Электронная библиотека

<http://www.twirpx.com/>

4. Система Online Electric

<http://www.online-electric.ru/>

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий

8.1.1. Аудитории для проведения лекционных занятий

Аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать

текстовые и графические материалы. Для наиболее наглядного и эффективного представления теоретического материала при чтении лекций используются презентации, реализованные в программной среде *Microsoft Office Power Point*.

Лекционные аудитории рассчитаны на одну группу студентов и включают в себя:

- посадочное место (стол и стул) преподавателя;
- не менее 10-12 посадочных мест для студентов;
- настенную доску;
- переносную настольную трибуну;
- стационарную или переносную мультимедийную аппаратуру.

8.1.2. Аудитории для проведения лабораторных и практических занятий.

Лаборатории кафедры оснащены современным оборудованием и персональными компьютерами, позволяющими проводить физическое и виртуальное моделирование режимов работы систем электроснабжения.

Лабораторные работы выполняются на персональных компьютерах и представляют собой деловые игры – виртуальное управление различными режимами работы систем электроснабжения. Программы для виртуальных лабораторных работ реализованы в программных средах *Flash*, *Excel* и *Multisim*.

Лаборатории рассчитаны на одну группу (подгруппу) студентов и включают в себя:

- посадочное место (стол и стул) преподавателя;
- 10-12 посадочных мест, оснащенных персональными компьютерами, для студентов;
- настенную доску.

Аудитории для практических занятий рассчитаны на одну группу студентов и включают в себя:

- посадочное место (стол и стул) преподавателя;
- не менее 10-12 посадочных мест для студентов;
- настенную доску;
- переносную настольную трибуну.

8.2. Лицензионное программное обеспечение

Microsoft Office 2010 Professional Plus (договор бессрочный Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, договор бессрочный Microsoft Open License 47665577 от 10.11.2010, договор бессрочный Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011).