

**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**

***СОВРЕМЕННОЕ ОБОРУДОВАНИЕ СИСТЕМ  
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. С.В. Бабурин

**Рабочая программа дисциплины «Современное оборудование систем 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. С.В. Бабурин

**Рабочая программа рассмотрена и одобрена** на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 22.01.2021 г., протокол № 12/01.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. В.А. Шпенст

**Рабочая программа согласована:**

Начальник отдела лицензирования, аккредитации и контроля качества образования \_\_\_\_\_ Ю.А. Дубровская

Начальник отдела методического обеспечения учебного процесса \_\_\_\_\_ А.Ю. Романчиков

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

**Цель изучения дисциплины** – формирование у магистров профессионального кругозора в области современных принципов построения систем электроснабжения.

### **Основные задачи дисциплины:**

- формирование представлений об основных направлениях развития электротехники, электромеханики и электротехнологий с учетом достижений смежных фундаментальных наук;
- изучение теоретических основ и современных методов определения показателей качества электроэнергии;
- овладение основами системных задач электротехнического оборудования, включая электрооборудование и электроаппараты высокого и низкого напряжения;
- формирование представлений о параметрах и характеристиках новых экономичных источников питания и электротехнологических устройств;
- приобретение навыков применения компьютерной техники и информационных технологий в своей профессиональной деятельности.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Дисциплина «Современное оборудование систем электроснабжения» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» и изучается во 2 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Современное оборудование систем электроснабжения» являются «Современные проблемы электротехнических наук», «Автоматика энергосистем».

Данная дисциплина является основополагающей для написания и защиты магистерской диссертации.

Особенностью дисциплины является то, что она дает студентам представление о современном оборудовании, которое применяется в системах электроснабжения промышленных предприятий.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫЕ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции по ФГОС ВО		Основные показатели освоения программы дисциплины
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен проектировать системы электроснабжения	ПКС-2	ПКС-2.5. Знает современное оборудование систем электроснабжения ПКС-2.8. Умеет производить расчет и выбор электрооборудования систем электроснабжения
Способен организовать эксплуатацию систем электроснабжения	ПКС-3	ПКС-3.1. Владеет навыками эксплуатации систем электроснабжения

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр
		2
<b>Аудиторные занятия (всего), в том числе:</b>	<b>81</b>	<b>81</b>
Лекции	9	9
Практические занятия (ПЗ)	36	36
Лабораторные работы (ЛР)	36	36
<b>Самостоятельная работа (всего), в том числе:</b>	<b>27</b>	<b>27</b>
Курсовой проект (работа)	-	-
Домашние задания	9	9
Подготовка к лабораторным работам	9	9
Подготовка к зачету/работа с литературой	9	9
Вид промежуточной аттестации (зачет- З, диф. зачет – ДЗ, экзамен - Э)	ДЗ	ДЗ
<b>Общая трудоемкость (час)</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>Общая трудоемкость (зач. ед.)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>

### 4.2. Содержание дисциплины

#### 4.2.1. Разделы дисциплин и виды занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды занятий					
		Лекц.	Практ. зан.	Лаб. раб.	Семинары	СРС	Всего часов
1	Принципы построения децентрализованной системы электроснабжения.	3	12	12	-	9	36
2	Повышение надежности электроснабжения промышленных потребителей.	3	12	12	-	9	36
3	Активно-адаптивные системы электроснабжения предприятий минерально-сырьевого комплекса.	3	12	12	-	9	36
	<b>Итого</b>	9	36	36	-	27	108

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Принципы построения децентрализованной системы электроснабжения	Характеристика децентрализованных систем электроснабжения. Секционирование в системах электроснабжения	2
2	Повышение надежности электроснабжения промышленных потребителей.	Быстродействующий и тиристорный автоматический ввод резерва, динамический компенсатор искажения напряжения, источники бесперебойного питания.	4
3	Активно-адаптивные системы электроснабжения предприятий минерально-сырьевого комплекса.	Структура параметры и компонентный состав активно-адаптивных систем электроснабжения.	3
<b>Итого:</b>			9

#### 4.2.3. Практические занятия

№ п.п	№ раздела дисциплины	Наименование практических работ	Трудоемкость (час.)
1	1	Методы расчета децентрализованной системы электроснабжения. Техничко-экономические расчеты ВИЭ.	12
2	2	Показатели надежности систем электроснабжения. Функции работоспособности (ФР) и неработоспособности (ФНР) схемы электроснабжения. Вероятностный полином по ФНР, показатели надежности системы (Т, Тв). Расчет надежности нерезервированных участков системы. Оценка недоотпуска электроэнергии	12
3	3	Логико-аналитические методы расчета. Важность элементов систем электроснабжения. Техничко-экономические расчеты активно-адаптивных систем электроснабжения минерально-сырьевого комплекса.	12
<b>Итого</b>			36

#### 4.2.4. Лабораторные занятия

№ п.п	№ раздела дисциплины	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость (час.)
1	1	Изучение системы контроля электропотребления на предприятиях минерально-сырьевого комплекса. Изучение ветроэнергетической установки. Изучение фотоэлектрической установки.	12
2	2	Математическое моделирование надежности систем электроснабжения. Модельный расчет ущерба от ненадежности объекта энергетик.	12
3	3	Анализ активно-адаптивных систем электроснабжения. Математическое моделирование активно-адаптивных систем электроснабжения минерально-сырьевого комплекса.	12
Итого			36

#### 4.2.5. Курсовые работы (проекты).

Курсовые работы (проекты) не предусмотрены

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

#### **Практические занятия.**

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

**Лабораторные работы.** 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.

**Консультации** (текущая консультация, накануне дифференцированного зачета) являются 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 курсовой работы.

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

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

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

## **6.1. Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости**

### **Раздел 1. Принципы построения децентрализованной системы электроснабжения.**

1. Характеристика систем электроснабжения.
2. Общая характеристика децентрализованной системы секционирования воздушных распределительных сетей.
3. Алгоритмы децентрализованной системы секционирования.
4. Оборудование систем электроснабжения.
5. Аппараты децентрализованной системы электроснабжения.

### **Раздел 2. Повышение надежности электроснабжения промышленных потребителей.**

1. Быстродействующий АВР.
2. Тиристорный АВР.
3. Расчет надежности систем электроснабжения.
4. Динамический компенсатор искажения напряжения.
5. Источники бесперебойного питания.

### **Раздел 3. Активно-адаптивные системы электроснабжения предприятий минерально-сырьевого комплекса.**

1. Системы электроснабжения предприятий минерально-сырьевого комплекса.
2. Структура активно-адаптивной системы электроснабжения.
3. Параметры адаптивности.
4. Алгоритмы активно-адаптивной системы.
5. Характеристики аппаратов активно-адаптивной системы электроснабжения.
6. Особенности применения активно-адаптивной системы для электроснабжения объектов минерально-сырьевого комплекса.

## **6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифф.зачета)**

### **6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий к дифф.зачету (по дисциплине):**

1. Основные определения и понятия в электроснабжении.
2. Классификация электроприемников и потребителей электроэнергии.
3. Уровни системы электроснабжения.
4. Требования к надежности электроснабжения.
5. Системы заземления в сетях переменного трехфазного тока
6. Режимы нейтралей электрических сетей напряжением до 1 кВ.
7. Режимы нейтралей электрических сетей напряжением 6-35 кВ.
8. Компенсация емкостных токов замыкания на землю.
9. Режимы нейтралей электрических сетей напряжением 110 кВ и выше.
10. Основные параметры электропотребления.
11. Графики электрических нагрузок.
12. Время наибольших нагрузок.
13. Определения расчетных нагрузок по удельным расходам электроэнергии.
14. Определения расчетных нагрузок по удельным плотностям нагрузок.
15. Определения расчетных нагрузок по коэффициенту спроса.
16. Определения расчетных нагрузок по коэффициентам расчетной мощности.
17. Понятие эффективного числа ЭП.
18. Расчетные нагрузки городских и сельских сетей.
19. Воздушные линии электропередачи.

20. Кабельные линии электропередачи.
21. Подстанции систем электроснабжения.
22. Выбор числа и мощности трансформаторов
23. Выбор сечений проводов воздушных линий.
24. Выбор сечений жил кабельных линий
25. Расчет и ограничение токов КЗ.
26. Выбор коммутационных аппаратов.
27. Показатели качества электроэнергии.
28. Баланс реактивной мощности и ее потребители
29. Компенсирующие устройства.
30. Размещение компенсирующих устройств.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к дифф.зачету

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
<b>Вариант 1</b>		
1.	Приемник электрической энергии есть ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования тепловой энергии в электрическую.</li> <li>2. аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования электрической энергии в другой вид энергии.</li> <li>3. аппарат, агрегат и др., предназначенный для преобразования механической энергии в электрическую.</li> <li>4. аппарат, агрегат и др., предназначенный для выработки электроэнергии.</li> </ol>
2.	Количество уровней системы электроснабжения ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3.</li> <li>2. 4.</li> <li>3. 5.</li> <li>4. 7.</li> </ol>
3.	Допустимый перерыв электроснабжения электроприемников 1 категории ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не более суток.</li> <li>2. на время ввода резервного питания оперативным персоналом.</li> <li>3. на время автоматического ввода резервного питания.</li> <li>4. на время ремонта поврежденного оборудования.</li> </ol>
4.	Допустимый перерыв электроснабжения электроприемников 2 категории ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не более суток.</li> <li>2. на время ручного ввода резервного питания оперативным персоналом.</li> <li>3. на время автоматического ввода резервного питания.</li> <li>4. на время ремонта повреждения.</li> </ol>



5.	Допустимый перерыв электроснабжения электроприемников 3 категории ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не более суток.</li> <li>2. на время ввода резервного питания оперативным персоналом.</li> <li>3. на время автоматического ввода резервного питания.</li> <li>4. на время ремонта поврежденного оборудования.</li> </ol>
6.	Режим нейтрали сетей напряжением 3-35 кВ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. только изолированная.</li> <li>2. только компенсированная.</li> <li>3. глухозаземленная.</li> <li>4. эффективно заземленная.</li> </ol>
7.	Оптимальное место расположения ГПП ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. на любой границе предприятия.</li> <li>2. на границе предприятия со стороны энергосистемы.</li> <li>3. в центре электрических нагрузок.</li> <li>4. у самого мощного цеха.</li> </ol>
8.	Наиболее распространенный вид электрических сетей до 1 кВ внутри зданий и сооружений ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. электропроводка.</li> <li>2. кабельная сеть.</li> <li>3. сеть, выполненная проводами СИП.</li> <li>4. воздушные линии.</li> </ol>
9.	Магистральные и распределительные шинопроводы изготавливаются на номинальный ток ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. магистральные - 250,400, 630 А; распределительные - 1600,2500,4000 А.</li> <li>2. магистральные - 1600,2500,4000 А; распределительные - 250,400, 630 А.</li> <li>3. магистральные - 250,400, 630 А; распределительные - 250,400, 630 А.</li> <li>4. магистральные - 1600,2500,4000 А; распределительные - 1600,2500, 4000 А.</li> </ol>
10.	Самонесущие изолированные провода (СИП) используются для линий напряжением ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. до 1 кВ.</li> <li>2. до 10 кВ.</li> <li>3. до 220 кВ.</li> <li>4. до 35 кВ.</li> </ol>
11.	Выбор сечений проводников проводится, как правило, ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по потере напряжения.</li> <li>2. по экономической плотности тока.</li> <li>3. по механической прочности.</li> <li>4. по условиям короны.</li> </ol>
12.	Экономическая плотность тока соответствует ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. минимуму потерь напряжения в линии.</li> <li>2. минимуму потерь мощности в линии.</li> <li>3. минимуму потерь энергии в линии.</li> <li>4. минимуму затрат на сооружение и эксплуатацию линии.</li> </ol>
13.	Сечения проводов воздушной линии не проверяются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по экономической плотности тока.</li> <li>2. по термической стойкости.</li> <li>3. по потерям напряжения.</li> <li>4. по условиям короны.</li> </ol>
14.	Выбранные сечения жил кабельной линии не проверяются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. по экономической плотности тока.</li> <li>2. по термической стойкости.</li> <li>3. по условиям короны.</li> <li>4. по допустимому нагреву.</li> </ol>

15.	Минимальное по механической прочности сечение проводов определяется ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. районом по пляске проводов.</li> <li>2. районом по гололеду.</li> <li>3. районом по ветру.</li> <li>4. районом по грозовой деятельности.</li> </ol>
16.	Наиболее часто имеют место ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. трех фазные КЗ</li> <li>2. двухфазные КЗ на землю</li> <li>3. двухфазные КЗ</li> <li>4. однофазные КЗ</li> </ol>
17.	Режим нейтрали сетей напряжением до 1 кВ	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. только изолированная.</li> <li>2. только компенсированная.</li> <li>3. глухозаземленная.</li> <li>4. эффективно заземленная.</li> </ol>
18.	Ударный ток есть ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. минимальное значение тока КЗ.</li> <li>2. среднее значение тока КЗ.</li> <li>3. действующее значение тока КЗ.</li> <li>4. максимальное значение тока КЗ.</li> </ol>
19.	Максимальное значение тока КЗ достигается через ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. период промышленной частоты.</li> <li>2. полпериода промышленной частоты.</li> <li>3. одну секунду.</li> <li>4. 0,01 периода промышленной частоты</li> </ol>
20.	Режим нейтрали сети 110 кВ ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. только изолированная.</li> <li>2. только компенсированная.</li> <li>3. глухозаземленная.</li> <li>4. эффективно заземленная.</li> </ol>
<b>Вариант 2</b>		
1.	Количество проводов в трехфазной системе <i>TN-C</i> ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.</li> <li>2.2.</li> <li>3.3.</li> <li>4.4.</li> </ol>
2.	Количество проводов в трехфазной системе <i>TN-S</i> ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.1.</li> <li>2.2.</li> <li>3.3.</li> <li>4.5.</li> </ol>
3.	Число часов использования максимума нагрузки это время, за которое потребитель, работая...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. со средней нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.</li> <li>2. со среднеквадратичной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.</li> <li>3. с минимальной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.</li> <li>4. с максимальной нагрузкой, получит столько же электроэнергии, что и по действительному графику.</li> </ol>
4.	Метод, не применяемый для расчета нагрузок ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод удельных расходов энергии.</li> <li>2. симплекс- метод.</li> <li>3. метод удельной плотности нагрузки.</li> <li>4. метод коэффициента спроса.</li> </ol>
5.	Метод определения расчетной нагрузки ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод симметричных составляющих.</li> <li>2. симплекс- метод.</li> <li>3. операторный метод.</li> <li>4. метод коэффициента спроса.</li> </ol>

6.	Метод определения расчетной нагрузки ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод симметричных составляющих.</li> <li>2. симплекс- метод.</li> <li>3. операторный метод.</li> <li>4. метод коэффициентам расчетной активной мощности.</li> </ol>
7.	Эффективное число электроприемников есть ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. число электроприемников, одинаковых по мощности и режиму работы, которое создает ту же расчетную нагрузку, что и фактическая группа электроприемников.</li> <li>2. число электроприемников, полученное делением их установленной мощности на максимальную мощность электроприемника.</li> <li>3. число электроприемников, полученное делением их установленной мощности на среднюю мощность электроприемника.</li> <li>4. число электроприемников, полученное делением их установленной мощности на среднеквадратичную мощность электроприемника.</li> </ol>
8.	Коэффициент неравномерности графика нагрузки есть ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отношение максимальной нагрузки к минимальной.</li> <li>2. отношение минимальной нагрузки к максимальной.</li> <li>3. отношение средней нагрузки к номинальной.</li> <li>4. отношение средней нагрузки к максимальной.</li> </ol>
9.	Постоянная времени нагрева для магистральных шинопроводов и цеховых трансформаторов ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,5 ч.</li> <li>2. 2,5 ч.</li> <li>3. 10 мин.</li> <li>4. 6 ч.</li> </ol>
10.	Коэффициент расчетной активной мощности не зависит от ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. эффективного числа электроприемников.</li> <li>2. средневзвешенного значения коэффициента использования</li> <li>3. постоянной времени нагрева шинопровода.</li> <li>4. постоянной времени нагрева трансформатора.</li> </ol>
11.	Коэффициент заполнения графика нагрузки есть ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. отношение минимальной нагрузки к максимальной.</li> <li>2. отношение средней нагрузки к номинальной.</li> <li>3. отношение средней нагрузки к минимальной.</li> <li>4. отношение средней нагрузки к максимальной.</li> </ol>

12.	Основой определения расчетных нагрузок городов и поселков является ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. метод удельных нагрузок.</li> <li>2. метод коэффициента спроса.</li> <li>3. метод потенциалов.</li> <li>4. метод коэффициентам расчетной активной мощности.</li> </ol>
13.	Минимальные сечения проводов ВЛ 110 кВ по условиям ограничения потерь на корону...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 50 мм<sup>2</sup>.</li> <li>2. 70 мм<sup>2</sup>.</li> <li>3. 120 мм<sup>2</sup>.</li> <li>4. 240 мм<sup>2</sup>.</li> </ol>
14.	Перегрузка кабелей с бумажной пропитанной изоляцией напряжением 20 кВ и выше	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не допускается.</li> <li>2. допускается, но не более суток.</li> <li>3. допускается только на время ввода резервного питания оперативным персоналом.</li> <li>4. допускается не более 6 часов в сутки в течение 5 суток.</li> </ol>
15.	Перегрузка кабелей напряжением 6-10 кВ выше допустимого длительного тока ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не допускается.</li> <li>2. допускается, но не более суток.</li> <li>3. допускается только на время ввода резервного питания оперативным персоналом.</li> <li>4. допускается не более 6 часов в сутки в течение 5 суток.</li> </ol>
16.	Минимальные сечения проводов ВЛ 220 кВ по условиям ограничения потерь на корону	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 50 мм<sup>2</sup>.</li> <li>2. 70 мм<sup>2</sup>.</li> <li>3. 120 мм<sup>2</sup>.</li> <li>4. 400 мм<sup>2</sup>.</li> </ol>
17.	Сечение жестких шин выбирают по ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. экономической плотности тока.</li> <li>2. потере мощности.</li> <li>3. механической прочности.</li> <li>4. допустимому нагреву.</li> </ol>
18.	Распределение электроэнергии по территории промышленного предприятия осуществляется, как правило, ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. кабельными линиями.</li> <li>2. воздушными линиями.</li> <li>3. токопроводами.</li> <li>4. электропроводами.</li> </ol>
19.	Расщепление обмоток трансформаторов используется для ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. охлаждения трансформатора.</li> <li>2. ограничения токов КЗ.</li> <li>3. диагностики трансформаторов.</li> <li>4. регенерации масла.</li> </ol>
20.	При удельной плотности более 0,2... 0,5 кВ-А/м <sup>2</sup> и суммарной нагрузке более 3000... 4000 кВ-А целесообразно применять цеховые трансформаторы мощностью ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. не более 250 кВ-А.</li> <li>2. не более 1000 кВ-А.</li> <li>3. 1600 кВ-А.</li> <li>4. 630...1000 кВ А.</li> </ol>
<b>Вариант 3</b>		
1.	Коэффициент загрузки двухтрансформаторных цеховых ТП следует принимать...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 0,2...0,4.</li> <li>2. 0,4...0,6.</li> <li>3. 1,0... 1,5.</li> <li>4. 0,7...0,8.</li> </ol>
2.	Из четырех переменных $S$ , $I$ , $U$ , $Z$ независимыми являются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. одна.</li> <li>2. две.</li> <li>3. три.</li> <li>4. все четыре.</li> </ol>

3.	Сила взаимодействия двух проводников с током пропорциональна ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. произведению токов.</li> <li>2. сумме токов.</li> <li>3. частному от деления токов.</li> <li>4. модулю разности токов.</li> </ol>
4.	Особенности расчета токов КЗ в сетях до 1 кВ ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. расчет в именованных единицах без учета активных сопротивлений.</li> <li>2. расчет в относительных единицах с учетом активных сопротивлений.</li> <li>3. расчет в именованных единицах с учетом активных сопротивлений.</li> <li>4. расчет в именованных единицах без учета реактивных сопротивлений.</li> </ol>
5.	Выбора электрических аппаратов осуществляется по ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. номинальным напряжению и току.</li> <li>2. термической стойкости к току КЗ.</li> <li>3. классу точности.</li> <li>4. динамической стойкости к току КЗ.</li> </ol>
6.	Силовые выключатели предназначены для	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. переключений без нагрузки и создания видимого разрыва электрической цепи.</li> <li>2. включения и отключения электрической цепи в любых ее режимах от холостого хода до КЗ.</li> <li>3. отключения рабочих токов.</li> <li>4. отключения цепи при превышении током определенного значения.</li> </ol>
7.	На термическую и динамическую стойкость не проверяются ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. трансформаторы тока.</li> <li>2. трансформаторы напряжения.</li> <li>3. выключатели силовые.</li> <li>4. разъединители.</li> </ol>
8.	Разъединители предназначены для ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. переключений без нагрузки и создания видимого разрыва электрической цепи.</li> <li>2. включения и отключения электрической цепи в любых ее режимах от холостого хода до КЗ.</li> <li>3. отключения рабочих токов.</li> <li>4. отключения цепи при превышении током определенного значения.</li> </ol>
9.	Плавкие предохранители предназначены для ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. переключений без нагрузки и создания видимого разрыва электрической цепи.</li> <li>2. включения и отключения электрической цепи в любых ее режимах от холостого хода до КЗ.</li> <li>3. отключения рабочих токов.</li> <li>4. отключения цепи при превышении током определенного значения.</li> </ol>
10.	Показатели качества электроэнергии нормирует ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ГОСТ</li> <li>2. ПУЭ</li> <li>3. ПТЭ</li> <li>4. энергоэнергосистема</li> </ol>
11.	Допустимое отклонение частоты в системах электроснабжения в течение 95 % времени интервала в одну неделю составляет ...	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>\pm 0,1</math> Гц.</li> <li>2. <math>\pm 0,3</math> Гц.</li> <li>3. <math>\pm 0,5</math> Гц.</li> <li>4. <math>\pm 0,2</math> Гц.</li> </ol>

12.	Допустимое значения отклонения напряжения в точке передачи электрической энергии не должно превышать ...	1. 1.5 % Уном. 2. 15 % Уном. 3. 0,2 % Уном. 4. 10 % Уном.
13.	Причиной колебаний напряжения являются	1. крупные однофазные нагрузки. 2. нарушение баланса генерируемой и потребляемой активной мощности. 3. мощные нелинейные элементы. 4. нагрузки с повторнократковременным режимом работы
14.	Сечения проводов воздушной линии не проверяются ...	1. по экономической плотности тока. 2. по термической стойкости. 3. по потерям напряжения. 4. по условиям короны.
15.	Выбранные сечения жил кабельной линии не проверяются ...	1. по экономической плотности тока. 2. по термической стойкости. 3. по условиям короны. 4. по допустимому нагреву.
16.	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.
17.	Наиболее часто имеют место ...	1. трех фазные КЗ 2. двухфазные КЗ на землю 3. двухфазные КЗ 4. однофазные КЗ
18.	Режим нейтрали сетей напряжением до 1 кВ	1. только изолированная. 2. только компенсированная. 3. глухозаземленная. 4. эффективно заземленная.
19.	Ударный ток есть ...	1. минимальное значение тока КЗ. 2. среднее значение тока КЗ. 3. действующее значение тока КЗ. 4. максимальное значение тока КЗ.
20.	Расщепление обмоток трансформаторов используется для ...	1. охлаждения трансформатора. 2. ограничения токов КЗ. 3. диагностики трансформаторов. 4. регенерации масла.

### 6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации в форме дифф./зачета.

*Примерная шкала оценивания знаний по вопросам/выполнению заданий дифф.зачета:*

Оценка			
«2» (неудовлетворительно)	Пороговый уровень освоения	Углубленный уровень освоения	Продвинутый уровень освоения
	«3» (удовлетворительно)	«4» (хорошо)	«5» (отлично)
Посещение менее 50 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 60 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 70 % лекционных и практических занятий	Посещение не менее 85 % лекционных и практических 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

## 7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

1. Гуртовцев автоматизация энергоучета на котельных, промышленных предприятиях и их хозяйственных объектах // Энергоэффективность. – 1998. – № 5–8.
2. Поспелов системы и сети: учебник / , , . – Минск : УП «Технопринт», 2004. – 720 с.
3. Прокопчик качества электроснабжения и эффективности работы электрооборудования предприятий с непрерывными технологическими процессами / . – Гомель : ГГТУ им. , 2002. – 283 с.
4. *Веников В. А., Журавлев В. Г., Филиппова Т. А.* Оптимизация режимов электростанций и энергосистем. М.: Энергоатомиздат, 1990.

#### 7.1.2. Дополнительная литература

1. *Стофт С.* Экономика энергосистем. Введение в проектирование рынков электроэнергетики: Пер. с англ. - М.: Мир, 2006.
2. *Абрамович Б. Н.* Энергосберегающие технологии добычи, транспортировки и переработки полезных ископаемых. Наука в Санкт-Петербургском горном институте (техническом университете) / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1997. Вып.1.
3. *Козярук А. Е.* Электромеханические комплексы горного производства на базе бесконтактных регулируемых электроприводов. Наука в Санкт-Петербургском горном институте (техническом университете) / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 1997. Вып.1.

4. Вендров А. М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем. М.: Финансы и статистика. 2000, 470 с
5. Сопряжение датчиков и устройств ввода данных с компьютерами ИВС РС. М.: Мир, 1992.
6. Электротехнический справочник: Электротехнические изделия и устройства / Под общей ред. проф. МЭИ И. Н. Орлова. и др. М.: Энергоатомиздат, 1986.

### 7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

1. Методические указания для самостоятельной работы по дисциплине  
<http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/295>
3. Методические указания для подготовки к лабораторным работам  
<http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/295>
4. Методические указания для подготовки к практическим занятиям  
<http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/295>

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>
2. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>
3. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>
4. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>  
<https://e.lanbook.com/books>
5. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.
6. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс] [www.garant.ru/](http://www.garant.ru/)
7. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань»  
<https://e.lanbook.com/books>
8. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):  
<http://elibrary.rsl.ru/>
9. Электронная библиотека учебников: <http://studentam.net>
10. Электронно-библиотечная система <http://www.sciteclibrary.ru/>

## 8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий:

Специализированные аудитории, используемые при проведении занятий лекционного типа, практических занятий, оснащены мультимедийными проекторами и комплектом аппаратуры, позволяющей демонстрировать текстовые и графические материалы.

#### Аудитории для проведения лекционных занятий:

52 посадочных места

Оснащенность: Стол аудиторный – 26 шт., стул аудиторный – 52 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 5 шт., ИБП Protection Station 800 USB DIN – 1 шт., ноутбук 90NB0AQ2-M01400 – 1 шт., проектор XEED WUX450ST – 1 шт., стойка мобильная – 1 шт., экран SCM-16904 Champion – 1 шт.

#### Аудитории для проведения практических занятий:

30 посадочных мест



Оснащенность: Стол аудиторный – 16 шт., стул аудиторный – 30 шт., доска настенная – 1 шт., кресло преподавателя – 1 шт., переносная настольная трибуна – 1 шт., плакат – 4 шт.

#### **Аудитории для проведения лабораторных занятий:**

*12 посадочных мест*

Оборудование и приборы: Стенд «Сети с изолированной нейтралью» - 1 шт., стенд «Сети с заземленной нейтралью» - 1 шт., стол – 1 шт., стул – 19 шт., доска - 2 шт.; компенсатор реактивной мощности – 1 шт., стенд «Дифференциальное реле» - 1 шт., стенд «Источник эл. питания ауд. 7126-7132» – 1 шт., стенд «Линия электропередачи» – 1 шт., комплект типового лабораторного оборудования «Теория эл цепей» ТЭЦОЭ1-С-К - 2 шт., плакат в рамке – 9 шт.

Компьютерная техника: Блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (возможность подключения к сети «Интернет»), принтер Xerox Phaser 4600DN.

### **8.2. Помещения для самостоятельной работы:**

1. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 13 посадочных мест. Стул – 25 шт., стол – 2 шт., стол компьютерный – 13 шт., шкаф – 2 шт., доска аудиторная маркерная – 1 шт., АРМ учебное ПК (монитор + системный блок) – 14 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional:ГК № 1464-12/10 от 15.12.10 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 959-09/10 от 22.09.10 «На поставку компьютерной техники» ГК № 447-06/11 от 06.06.11 «На поставку оборудования» ГК № 984-12/11 от 14.12.11 «На поставку оборудования» Договор № 1105-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» , Договор № 1106-12/11 от 28.12.2011 «На поставку компьютерного оборудования» ГК № 671-08/12 от 20.08.2012 «На поставку продукции» , Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012, Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011, Microsoft Open License 49487710 от 20.12.2011, Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 ,

Microsoft Office 2010 Standard: Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012 , Microsoft Open License 60853086 от 31.08.2012

Kaspersky antivirus 6.0.4.142

2. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 17 посадочных мест. Доска для письма маркером – 1 шт., рабочие места студентов, оборудованные ПК с доступом в сеть университета – 17 шт., мультимедийный проектор – 1 шт., АРМ преподавателя для работы с мультимедиа – 1 шт. (системный блок, мониторы – 2 шт.), стол – 18 шт., стул – 18 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Операционная система Microsoft Windows XP Professional: Microsoft Open License 16020041 от 23.01.200.

Операционная система Microsoft Windows 7 Professional Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Standard Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007

3. Оснащенность помещения для самостоятельной работы: 16 посадочных мест. Стол компьютерный для студентов (тип 4) - 3 шт., стол компьютерный для студентов (тип 6) – 2 шт., стол компьютерный для студентов (тип 7) – 1 шт., кресло преподавателя (сетка, цвет черный) – 17 шт., доска напольная мобильная белая магнитно-маркерная «Magnetoplan» 1800мм×1200мм - 1 шт., моноблок Lenovo M93Z Intel Q87 – 17 шт., плакат – 5 шт. Доступ к сети «Интернет», в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional: Microsoft Open License 49379550 от 29.11.2011 .

Microsoft Office 2007 Professional Plus: Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010 .

CorelDRAW Graphics Suite X5 Договор №559-06/10 от 15.06.2010 «На поставку программного обеспечения»

Autodesk product: Building Design Suite Ultimate 2016, product Key: 766H1

Cisco Packet Tracer 7.1 (свободно распространяемое ПО), Quantum GIS (свободно распространяемое ПО), Python (свободно распространяемое ПО), R (свободно распространяемое ПО), Rstudio (свободно распространяемое ПО), SMath Studio (свободно распространяемое ПО), GNU Octave (свободно распространяемое ПО), Scilab (свободно распространяемое ПО)

### **8.3. Помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования:**

#### **1. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 4 шт., сетевой накопитель – 1 шт., источник бесперебойного питания – 2 шт., телевизор плазменный Panasonic – 1 шт., точка Wi-Fi – 1 шт., паяльная станция – 2 шт., дрель – 5 шт., перфоратор – 3 шт., набор инструмента – 4 шт., тестер компьютерной сети – 3 шт., баллон со сжатым газом – 1 шт., паста теплопроводная – 1 шт., пылесос – 1 шт., радиостанция – 2 шт., стол – 4 шт., тумба на колесиках – 1 шт., подставка на колесиках – 1 шт., шкаф – 5 шт., кресло – 2 шт., лестница Alve – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2010 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **2. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 5 шт., стул – 2 шт., кресло – 2 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 2 шт. (доступ к сети «Интернет»), монитор – 2 шт., МФУ – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., балон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 60799400 от 20.08.2012)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

#### **3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:**

Оснащенность: стол – 2 шт., стула – 4 шт., кресло – 1 шт., шкаф – 2 шт., персональный компьютер – 1 шт. (доступ к сети «Интернет»), веб-камера Logitech HD C510 – 1 шт., колонки Logitech – 1 шт., тестер компьютерной сети – 1 шт., дрель – 1 шт., телефон – 1 шт., набор ручных инструментов – 1 шт.

Перечень лицензионного программного обеспечения: Microsoft Windows 7 Professional (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 48358058 от 11.04.2011)

Microsoft Office 2007 Professional Plus (Лицензионное соглашение Microsoft Open License 46431107 от 22.01.2010)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security (Договор № Д810(223)-12/17 от 11.12.17)

### **8.4. Лицензионное программное обеспечение:**

1. Microsoft Windows 8 Professional (договор бессрочный ГК № 875-09/13 от 30.09.2013 «На поставку компьютерной техники»)

2. Microsoft Office 2007 Standard (договор бессрочный Microsoft Open License 42620959 от 20.08.2007)

3. 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)