

**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**

***ТОПОЛОГИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ***  
***ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ***

**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

Санкт-Петербург

**Рабочая программа дисциплины «Топология систем электроснабжения промышленных предприятий» 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 дисциплины:** формирование базовых знаний по формированию оптимальной структуры систем электроснабжения.

**Основные задачи дисциплины:** изучение нормативных документов регламентирующих вопросы состава систем электроснабжения; изучение различных видов автономных источников, применяемых в системах электроснабжения; изучение различных способов расчета надежности систем электроснабжения; изучения основ логико-вероятностного моделирования надежности систем электроснабжения; изучение способов оценки экономической эффективности различных вариантов структуры систем электроснабжения.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Топология систем электроснабжения промышленных предприятий» относится к дисциплинам по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки «13.04.02 Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Системы электроснабжения» и изучается в 3 семестре.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Топология систем электроснабжения» являются «Дополнительные главы математики», «Интеллектуальные сети систем электроснабжения», «Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии», «Современное оборудование систем электроснабжения».

Дисциплина «Топология систем электроснабжения» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Производственная практика - научно-исследовательская работа - Научно-исследовательская работа», «Производственная практика - Преддипломная практика - Преддипломная практика».

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

Процесс изучения дисциплины «Топология систем электроснабжения» направлен на формирование следующих компетенций:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения компетенции
Содержание компетенции	Код компетенции	
Способен проектировать системы электроснабжения	ПКС-2	ПКС-2.6. Знает типовые схемы систем электроснабжения ПКС-2.7. Умеет использовать программное обеспечение для проектирования систем электроснабжения

#### 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 2 зачётных единицы, 72 ак. часа.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		3
<b>Аудиторная работа, в том числе:</b>	<b>63</b>	<b>63</b>
Лекции (Л)	9	9
Практические занятия (ПЗ)		
Лабораторные работы (ЛР)	54	54
<b>Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
Подготовка к лабораторным занятиям	9	9
Подготовка к зачету / дифф. зачету		
<b>Промежуточная аттестация – зачет (З)</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>		
	<b>ак. час.</b>	<b>72</b>
	<b>зач. ед.</b>	<b>2</b>

##### 4.2. Содержание дисциплины

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

##### 4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

Наименование разделов	Виды занятий				
	Всего ак. часов	Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа студента
Раздел 1. Топология систем электроснабжения.	16	4	-	8	4
Раздел 2. Определение показателей надежности систем электроснабжения.	54	3	-	46	5
Раздел 3. Технико-экономическое обоснование рациональной структуры систем электроснабжения.	2	2	-	-	-
<b>Итого:</b>	<b>72</b>	<b>9</b>	<b>-</b>	<b>54</b>	<b>9</b>

#### 4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Нормативные документы. Типовые схемы подстанций, систем внутреннего электроснабжения различных отраслей промышленности. Современное оборудование систем электроснабжения. Автономные источники электроснабжения.	4
2	Раздел 2	Показатели надежности систем электроснабжения. Определение исходных данных для моделирования надежности систем электроснабжения. Обработка статистической информации. Логико-вероятностное моделирование надежности. Определение показателей роли элементов в обеспечении надежности систем электроснабжения. Определение рациональной структуры систем электроснабжения по критерию надежности.	3
3	Раздел 3	Экономические показатели, используемые в оценке эффективности систем электроснабжения. Технико-экономическое обоснование рациональной структуры систем электроснабжения промышленных предприятий.	2
<b>Итого:</b>			<b>9</b>

#### 4.2.3. Практические занятия

Практические занятия не предусмотрены.

#### 4.2.4. Лабораторные работы

№ п/п	Разделы	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Исследование характеристик солнечной панели.	8
2	Раздел 2	Обработка статистической информации	10
3	Раздел 2	Логико-вероятностное моделирование надежности	10
4	Раздел 2	Определение показателей роли элементов.	6
5	Раздел 2	Моделирование надежности систем электроснабжения промышленных предприятий	20
<b>Итого:</b>			<b>54</b>

#### 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 научные знания по дисциплине, акцентировать внимание на наиболее сложных вопросах дисциплины;

-стимулировать активную познавательную деятельность обучающихся, способствовать формированию их творческого мышления.

**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 зачета) 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.

## **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. Топология систем электроснабжения.**

1. Нормативные документы.
2. Типовые схемы подстанций
3. Типовые схемы систем внутреннего электроснабжения горных предприятий
4. Типовые схемы систем внутреннего электроснабжения нефтегазовых предприятий
5. Современное оборудование систем электроснабжения.
6. Автономные источники электроснабжения.

#### **Раздел 2. Определение показателей надежности систем электроснабжения.**

1. Показатели надежности систем электроснабжения.
2. Исходные данные для моделирования надежности систем электроснабжения.
3. Обработка статистической информации.
4. Логико-вероятностное моделирование надежности.
5. Показатели роли элементов в обеспечении надежности систем электроснабжения.
6. методика определения рациональной структуры систем электроснабжения по критерию надежности.

#### **Раздел 3. Технико-экономическое обоснование рациональной структуры систем электроснабжения.**

1. Экономические показатели эффективности работы систем электроснабжения.
2. Методика определения ущерба от перерывов в электроснабжении.
3. Этапы технико-экономического обоснования структуры системы электроснабжения.

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

#### **6.2.1. Примерный перечень вопросов к зачету:**

1. Категории электроприемников по надежности электроснабжения.
2. Допустимые перерывы электроснабжения для электроприемников различных категорий.
3. Как организовано электроснабжение электроприемников различных категорий?
4. Обособленное электроснабжение, назначение, реализация.
5. Автономное электроснабжение.
6. Типовые схемы подстанций.
7. Виды воздушных ЛЭП.

8. Радиальные схемы электроснабжения.
9. Магистральные схемы электроснабжения.
10. Какие источники относят к автономным.
11. Показатели надежности характеризующие безотказность.
12. Показатели надежности характеризующие ремонтпригодность.
13. Показатели надежности характеризующие готовность.
14. Исходные данные для моделирования надежности.
15. Методы определения исходных данных для моделирования надежности.
16. Что такое значимость элемента?
17. Что такое положительный вклад?
18. Что такое отрицательный вклад?
19. Этапы определения рациональной структуры по критерию надежности.
20. Экономические показатели характеризующие эффективность систем электроснабжения.
21. Определение ущерба от перерывов в электроснабжении.
22. Этапы технико-экономического обоснования рациональной структуры систем электроснабжения.

### 6.2.2. Примерные тестовые задания к зачету

#### Вариант №1

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Перерыв электроснабжения ЭП первой категории допускается на время	1. 10 минут. 2. Автоматического восстановления питания. 3. АВР. 4. 5 минут.
2.	К электроприёмникам первой категории по надёжности электроснабжения относятся	1. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции. 2. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому простое рабочих. 3. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому простое механизмов. 4. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей.
3.	Электроприёмники первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от	1. Одного независимого источника. 2. Местной электростанции. 3. От двух независимых взаимно резервируемых источников питания. 4. От двух независимых источников.
4.	Коэффициент готовности это	1. Вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени 2. Время работы объекта до отказа 3. Время восстановления объекта 4. Вероятность отказа оборудования
5.	Наработка на отказ	1. Вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени 2. Время работы объекта до отказа 3. Время восстановления объекта 4. Вероятность отказа оборудования

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
6.	Время восстановления	1. Вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени 2. Время работы объекта до отказа 3. Среднее значение времени восстановления объекта 4. Вероятность отказа оборудования
7.	Интенсивность отказов при инженерных расчетах	1. Принимают за постоянную величину 2. Изменяется по линейному закону 3. Равна наработке на отказ 4. Равна среднему времени восстановления
8.	Какого закона распределения не существует?	1. Закон Вейбулла 2. Нормальный закон 3. Экспоненциальный закон 4. Линейный закон
9.	Перерыв электроснабжения ЭП третьей категории допускается на время	1. 1 минута. 2. Необходимое для ремонта или замены повреждённого элемента системы электроснабжения, но не более 1 суток. 3. АВР. 4. Действия релейной защиты.
10.	К электроприёмникам особой группы по надёжности электроснабжения относятся	1. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может привести к невыполнению плановых заданий. 2. Электроприёмники участков шахт. 3. Электроприёмники участков карьеров. 4. Электроприёмники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы для жизни людей.
11.	Значимость это	1. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 2. относительное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 3. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 1 4. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от от текущего значения до 0
12.	Положительный вклад	1. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 2. относительное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 3. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 1



№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 0
13.	Отрицательный вклад	<p>1. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1</p> <p>2. относительное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1</p> <p>3. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 1</p> <p>4. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 0</p>
14.	Элементы с высокими положительными вкладами целесообразно	<p>1. исключать из системы</p> <p>2. резервировать</p> <p>3. улучшать</p> <p>4. клонировать</p>
15.	Элементы с высокими отрицательными вкладами целесообразно	<p>1. исключать из системы</p> <p>2. резервировать</p> <p>3. улучшать</p> <p>4. клонировать</p>
16.	Коэффициент простоя определяется как	<p>1. <math>K_{пр} = T_0 / (T_0 + T_в)</math></p> <p>2. <math>K_{пр} = T_0 / T_в</math></p> <p>3. <math>K_{пр} = T_в / (T_0 + T_в)</math></p> <p>4. <math>K_{пр} = T_в / T_0</math></p>
17.	Коэффициент готовности определяется как	<p>1. <math>K_{пр} = T_0 / (T_0 + T_в)</math></p> <p>2. <math>K_{пр} = T_0 / T_в</math></p> <p>3. <math>K_{пр} = T_в / (T_0 + T_в)</math></p> <p>4. <math>K_{пр} = T_в / T_0</math></p>
18.	Перерыв электроснабжения ЭП второй категории допускается на время	<p>1. 10 секунд.</p> <p>2. АПВ.</p> <p>3. 5 минут.</p> <p>4. Необходимое для включения резервного питания действиями оперативного персонала или выездной оперативной бригады.</p>
19.	К электроприёмникам второй категории по надёжности электроснабжения относятся	<p>1. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому простоям промышленного транспорта.</p> <p>2. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь угрозу для безопасности государства.</p> <p>3. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может привести к расстройству сложного технологического процесса.</p> <p>4. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может привести к нарушению функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.</p>
20.	Электроприёмники второй категории должны	1. От двух взаимно резервируемых источников

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	обеспечиваться электроэнергией от	питания. 2. От автономной электростанции. 3. От двух независимых источников. 4. От двух источников.

### Вариант №2

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Значимость это	1. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 2. относительное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 3. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 1 4. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от от текущего значения до 0
2.	Положительный вклад	1. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 2. относительное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 3. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 1 4. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от от текущего значения до 0
3.	Отрицательный вклад	1. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 2. относительное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 3. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 1 4. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от от текущего значения до 0
4.	Элементы с высокими положительными вкладами целесообразно	1. исключать из системы 2. резервировать 3. улучшать

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		4. клонировать
5.	Элементы с высокими отрицательными вкладами целесообразно	1. исключать из системы 2. резервировать 3. улучшать 4. клонировать
6.	Перерыв электроснабжения ЭП первой категории допускается на время	1. 10 минут. 2. Автоматического восстановления питания. 3. АВР. 4. 5 минут.
7.	К электроприёмникам первой категории по надёжности электроснабжения относятся	1. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции. 2. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому простоя рабочих. 3. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому простоя механизмов. 4. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей.
8.	Электроприёмники первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от	1. Одного независимого источника. 2. Местной электростанции. 3. От двух независимых взаимно резервируемых источников питания. 4. От двух независимых источников.
9.	Коэффициент готовности это	1. Вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени 2. Время работы объекта до отказа 3. Время восстановления объекта 4. Вероятность отказа оборудования
10.	Наработка на отказ	1. Вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени 2. Время работы объекта до отказа 3. Время восстановления объекта 4. Вероятность отказа оборудования
11.	Время восстановления	1. Вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени 2. Время работы объекта до отказа 3. Среднее значение времени восстановления объекта 4. Вероятность отказа оборудования
12.	Интенсивность отказов при инженерных расчетах	1. Принимают за постоянную величину 2. Изменяется по линейному закону 3. Равна наработке на отказ 4. Равна среднему времени восстановления
13.	Какого закона распределения не существует?	1. Закон Вейбулла 2. Нормальный закон 3. Экспоненциальный закон 4. Линейный закон
14.	Перерыв электроснабжения ЭП третьей катего-	1. 1 минута.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
	рии допускается на время	2. Необходимое для ремонта или замены повреждённого элемента системы электроснабжения, но не более 1 суток. 3. АВР. 4. Действия релейной защиты.
15.	К электроприёмникам особой группы по надёжности электроснабжения относятся	1. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может привести к невыполнению плановых заданий. 2. Электроприёмники участков шахт. 3. Электроприёмники участков карьеров. 4. Электроприёмники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы для жизни людей.
16.	Коэффициент простоя определяется как	1. $K_{пр} = T_o / (T_o + T_v)$ 2. $K_{пр} = T_o / T_v$ 3. $K_{пр} = T_v / (T_o + T_v)$ 4. $K_{пр} = T_v / T_o$
17.	Коэффициент готовности определяется как	1. $K_{пр} = T_o / (T_o + T_v)$ 2. $K_{пр} = T_o / T_v$ 3. $K_{пр} = T_v / (T_o + T_v)$ 4. $K_{пр} = T_v / T_o$
18.	Перерыв электроснабжения ЭП второй категории допускается на время	1. 10 секунд. 2. АПВ. 3. 5 минут. 4. Необходимое для включения резервного питания действиями оперативного персонала или выездной оперативной бригады.
19.	К электроприёмникам второй категории по надёжности электроснабжения относятся	1. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому простоя промышленного транспорта. 2. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь угрозу для безопасности государства. 3. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может привести к расстройству сложного технологического процесса. 4. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может привести к нарушению функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.
20.	Электроприёмники второй категории должны обеспечиваться электроэнергией от	1. От двух взаимно резервируемых источников питания. 2. От автономной электростанции. 3. От двух независимых источников. 4. От двух источников.

### Вариант №3

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
1.	Коэффициент простоя определяется как	1. $K_{пр} = T_o / (T_o + T_v)$ 2. $K_{пр} = T_o / T_v$

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		3. $K_{пр} = T_{в} / (T_{о} + T_{в})$ 4. $K_{пр} = T_{в} / T_{о}$
2.	Коэффициент готовности определяется как	1. $K_{пр} = T_{о} / (T_{о} + T_{в})$ 2. $K_{пр} = T_{о} / T_{в}$ 3. $K_{пр} = T_{в} / (T_{о} + T_{в})$ 4. $K_{пр} = T_{в} / T_{о}$
3.	Перерыв электроснабжения ЭП второй категории допускается на время	1. 10 секунд. 2. АПВ. 3. 5 минут. 4. Необходимое для включения резервного питания действиями оперативного персонала или выездной оперативной бригады.
4.	К электроприёмникам второй категории по надёжности электроснабжения относятся	1. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому простоя промышленного транспорта. 2. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь угрозу для безопасности государства. 3. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может привести к расстройству сложного технологического процесса. 4. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может привести к нарушению функционирования особо важных элементов коммунального хозяйства.
5.	Электроприёмники второй категории должны обеспечиваться электроэнергией от	1. От двух взаимно резервируемых источников питания. 2. От автономной электростанции. 3. От двух независимых источников. 4. От двух источников.
6.	Перерыв электроснабжения ЭП первой категории допускается на время	1. 10 минут. 2. Автоматического восстановления питания. 3. АВР. 4. 5 минут.
7.	К электроприёмникам первой категории по надёжности электроснабжения относятся	1. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому недоотпуску продукции. 2. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому простоя рабочих. 3. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых приводит к массовому простоя механизмов. 4. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может повлечь за собой опасность для жизни людей.
8.	Электроприёмники первой категории должны обеспечиваться электроэнергией от	1. Одного независимого источника. 2. Местной электростанции. 3. От двух независимых взаимно резервируемых источников питания. 4. От двух независимых источников.
9.	Коэффициент готовности это	1. Вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
		2. Время работы объекта до отказа 3. Время восстановления объекта 4. Вероятность отказа оборудования
10.	Наработка на отказ	1. Вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени 2. Время работы объекта до отказа 3. Время восстановления объекта 4. Вероятность отказа оборудования
11.	Время восстановления	1. Вероятность нахождения объекта в работоспособном состоянии в произвольный момент времени 2. Время работы объекта до отказа 3. Среднее значение времени восстановления объекта 4. Вероятность отказа оборудования
12.	Интенсивность отказов при инженерных расчетах	1. Принимают за постоянную величину 2. Изменяется по линейному закону 3. Равна наработке на отказ 4. Равна среднему времени восстановления
13.	Какого закона распределения не существует?	1. Закон Вейбулла 2. Нормальный закон 3. Экспоненциальный закон 4. Линейный закон
14.	Перерыв электроснабжения ЭП третьей категории допускается на время	1. 1 минута. 2. Необходимое для ремонта или замены поврежденного элемента системы электроснабжения, но не более 1 суток. 3. АВР. 4. Действия релейной защиты.
15.	К электроприёмникам особой группы по надёжности электроснабжения относятся	1. Электроприёмники, перерыв электроснабжения которых может привести к невыполнению плановых заданий. 2. Электроприёмники участков шахт. 3. Электроприёмники участков карьеров. 4. Электроприёмники, бесперебойная работа которых необходима для безаварийного останова производства с целью предотвращения угрозы для жизни людей.
16.	Значимость это	1. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 2. относительное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 3. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 1 4. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от от текущего значения до 0

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	2	3
17.	Положительный вклад	1. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 2. относительное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 3. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 1 4. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от от текущего значения до 0
18.	Отрицательный вклад	1. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 2. относительное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от 0 до 1 3. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от текущего значения до 1 4. абсолютное изменение коэффициента готовности системы при изменении коэффициента готовности элемента от от текущего значения до 0
19.	Элементы с высокими положительными вкладами целесообразно	1. исключать из системы 2. резервировать 3. улучшать 4. клонировать
20.	Элементы с высокими отрицательными вкладами целесообразно	1. исключать из системы 2. резервировать 3. улучшать 4. клонировать

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

#### 6.3.1. Критерии оценок промежуточной аттестации (зачет)

Оценка	Описание
<b>Зачтено</b>	Посещение более 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос; все предусмотренные программой обучения задания выполнены, качество их выполнения достаточно высокое.
<b>Не зачтено</b>	Посещение менее 50 % лекционных и лабораторных занятий; студент не знает значительной части материала, допускает существенные ошибки в ответах на вопросы; большинство предусмотренных программой обучения заданий не выполнено, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к минимальному.

**Примерная шкала оценивания знаний в тестовой форме:**

Количество правильных ответов, %	Оценка
0-49	Не зачтено
50-65	Зачтено
66-85	Зачтено
86-100	Зачтено

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

**7.1. Рекомендуемая литература**

**7.1.1 Основная литература**

2. Полищук, В. И. Общая энергетика: учебное пособие / В.И. Полищук. — Москва: ИНФРА-М, 2021. — 208 с. - Текст: электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1039242>.

**7.1.2. Дополнительная литература**

1. Энергоснабжение [Текст] : учеб. пособие / Е. А. Блинов, С. И. Джаншиев, Г. З. Зайцев, С. В. Можаяева. - СПб. : Изд-во СЗТУ, 2006. - 116 с.

[http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com\\_irbis/pdf\\_view/](http://irbis.spmi.ru/jirbis2/components/com_irbis/pdf_view/)

2. Быстрицкий, Г. Ф. Основы энергетике [Текст] : учеб. для вузов / Г. Ф. Быстрицкий. - М.: Инфра-М, 2006. - 276, [1] с.

3. Правила устройства электроустановок. Главы 1.1, 1.2, 1.7–1.9, 2.4, 2.5, 4.1, 4.2, 6.1–6.6, 7.1, 7.2, 7.5, 7.6, 7.10 [Электронный ресурс]. — Электрон. дан. — Москва : ЭНАС, 2015. — 552 с.

<https://e.lanbook.com/book/104571>

**7.1.3. Учебно-методическое обеспечение**

1. Учебно-методические разработки для проведения лабораторных занятий по учебной дисциплине «Топология систем электроснабжения промышленных предприятий»

<http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/104>.

2. Учебно-методические разработки для самостоятельной работы студентов по учебной дисциплине «Топология систем электроснабжения промышленных предприятий»

<http://ior.spmi.ru/taxonomy/term/104>.

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

1. Европейская цифровая библиотека Europeana: <http://www.europeana.eu/portal>

2. Мировая цифровая библиотека: <http://wdl.org/ru>

3. Научная электронная библиотека «Scopus» <https://www.scopus.com>

4. Научная электронная библиотека ScienceDirect: <http://www.sciencedirect.com>

5. Научная электронная библиотека «eLIBRARY»: <https://elibrary.ru/>

6. Поисковые системы Yandex, Rambler, Yahoo и др.

7. Электронно-библиотечная система издательского центра «Лань».

8. Электронная библиотека Российской Государственной Библиотеки (РГБ):

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

9. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ» [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru).



## **8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **8.1. Материально-техническое оснащение аудиторий.**

#### **8.1.1 Аудитории для проведения лекционных занятий:**

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

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

Лаборатории оснащены оборудованием, лабораторными установками и компьютерами, необходимыми для проведения лабораторных работ по дисциплине «Топология систем электро-снабжения промышленных предприятий».

Компьютерная техника:

Блок системный RAMEC GALE AL с монитором BenQ GL2450 (тип 1) - 13 шт. (возможность подключения к сети «Интернет»), принтер Xerox Phaser 4600DN - 1 шт.

### **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 ГК №797-09/09 от 14.09.09 «На поставку компьютерного оборудования».

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., стуля – 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.
2. Microsoft Office 2007 Standard.
3. Microsoft Office 2010 Professional Plus.
4. Statistica for Windows.
5. LabView Professional.
6. MathCad Education.