

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
КОНСТРУКЦИИ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Уровень высшего образования:	Бакалавриат
Направление подготовки:	13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Направленность (профиль):	Электроснабжение
Квалификация выпускника:	Бакалавр
Форма обучения:	очная
Составитель:	доц. Костин В.Н.

Санкт-Петербург

Рабочая программа дисциплины «Конструкции линий электропередачи» разработана:

- в соответствии с требованиями ФГОС ВО – бакалавриат по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника», утвержденного приказом Минобрнауки России № 144 от 28.02.2018 г.;

- на основании учебного плана бакалавриата по направлению подготовки «13.03.02 Электроэнергетика и электротехника» направленность (профиль) «Электроснабжение».

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

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры электроэнергетики и электромеханики от 27.01.2022 г., протокол № 08/01.

Заведующий кафедрой _____ д.т.н., проф. Шпенст В.А.

Рабочая программа согласована:

Начальник управления учебно-методического обеспечения образовательного процесса _____ к.т.н. Иванова П.В.

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель дисциплины – формирование у студентов базовых знаний в области монтажа, проектирования и расчета линий электропередачи различного конструктивного исполнения.

Основные задачи дисциплины:

- ознакомление студентов с конструктивным выполнением линий электропередачи, используемых в системах электроснабжения;
- получение основных сведений о монтаже, проектировании и расчетах линий электропередачи различной конструкции.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Конструкции линий электропередачи» относится к Дисциплинам (модулям) по выбору части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 основной профессиональной образовательной программы подготовки бакалавров по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность (профиль) «Электроснабжение», изучается в 5 семестре.

Дисциплина «Конструкции линий электропередачи» является основополагающей для изучения следующих дисциплин «Электроснабжение», «Электроэнергетические системы и сети», «Монтаж и эксплуатация оборудования систем электроснабжения».

Особенностью дисциплины является применение знаний, полученных при изучении дисциплины «Теоретическая механика» к линиям электропередачи.

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

Процесс изучения дисциплины «Конструкции линий электропередачи» направлен на формирование следующих компетенций и получение основных результатов обучения:

Формируемые компетенции		Код и наименование индикатора достижения профессиональной компетенции
Содержание компетенций	Коды компетенции	
Способность участвовать в проектировании систем электропривода, автоматизированных системы управления, систем электроснабжения.	ПКС-1	ПКС-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентно-способные варианты технических решений. ПКС-1.2 Обосновывает выбор целесообразного решения.

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единицы или 108 ак. часов.

Вид учебной работы	Всего ак. часов	Ак. часы по семестрам
		5
Аудиторные занятия, в том числе	36	36
Лекции	18	18
Практические занятия (ПЗ)	18	18
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе	72	72
Расчетно-графическая работа	12	12
Подготовка к практическим занятиям	30	30
Подготовка к диф. зачету	30	30
Вид промежуточной аттестации (дифф. зачет - ДЗ)	ДЗ	ДЗ
Общая трудоемкость дисциплины	-	-
	ак. час	108
	зач. ед.	3

4.2. Содержание дисциплины

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

4.2.1. Разделы дисциплины и виды занятий

№	Название модуля (темы)	Всего часов	Виды занятий			
			Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	Самостоятельная работа
1	Раздел 1. Воздушные линии электропередачи	54	8	10	-	36
2	Раздел 2. Кабельные линии электропередачи	36	6	4	-	26
3	Раздел 3. Токопроводы	18	4	4	-	10
	Итого	108	18	18	-	72

4.2.2. Содержание разделов дисциплины

№ п/п	Раздел	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
1	Раздел 1	Введение. Традиционные конструкции проводов и грозозащитных тросов. Самонесущие изолированные провода. Перспективные конструкции проводов. Конструкции опор. Материал опор. Металлические многогранные опоры.	8

№ п/п	Раздел	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак. часах
		<p>Опоры из полимерных материалов. Конструкции изоляторов. Материал изоляторов. Траверы из полимерных материалов. Линейная арматура. Расчеты ВЛ. Климатические условия. Основные этапы проектирования ВЛ. Основная задача расчета проводов. Расчетные режимы. Метод допустимых напряжений. Выбор опор. Расстановка опор по профилю трассы. Габаритный, ветровой и весовой пролеты. Приведенный (расчетный) пролет. Удельные нагрузки. Исходный режим. Уравнение состояния провода. Монтажный режим. Монтажный график. Выбор изоляторов и линейной арматуры. Защита проводов от вибрации. Расчет пересечений ВЛ.</p>	
2	Раздел 2	<p>Классификация КЛ. Состав оборудования КЛ. Изоляция КЛ. Буквенно-цифровое обозначение кабелей. Кабели с резиновой и пластмассовой изоляцией. БПИ кабели на напряжение до 35 кВ. БПИ кабели на напряжение 110 кВ и выше. СПЭ кабели. Кабельная арматура. Соединительные и концевые муфты. Способы прокладки КЛ. Расчеты КЛ. Геометрические размеры кабеля. Механизм появления напряжений и токов в экранах кабелей. Практический расчет токов и напряжений на экранах кабелей. Способы заземления экранов кабелей. Выбор сечения экрана кабеля.</p>	6
3	Раздел 3	<p>Токопроводы на напряжение до 1 кВ (шинопроводы). Магистральные, распределительные, осветительные и троллейные токопроводы. Токопроводы на напряжение 6-35 кВ. Закрытые, открытые токопроводы. Шины токопроводов. Изоляция токопроводов. Область применения токопроводов. Токопроводы с литой изоляцией. Токопроводы генераторного напряжения. Расчеты шинных конструкций. Выбор сечений шин. Проверка шин на термическую стойкость. Проверка шин на механический резонанс. Расчет однополосных шин на прочность. Наибольшее значение электродинамической силы. Максимальное механическое напряжение. Допустимое напряжение. Выбор и проверка опорных и проходных изоляторов шинных конструкций.</p>	4

4.2.3. Практические занятия

№ п/п	Раздел	Тематика практических занятий	Трудоемкость, ак. час
1	Раздел 1	Расчет воздушных линий электропередачи	10
2	Раздел 2	Расчеты кабельных линий электропередачи	4
3	Раздел 3	Расчеты шинных конструкций	4

4.2.4. Лабораторные работы

Лабораторные работы не предусмотрены

4.2.5. Курсовая работа (проект)

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.

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) 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.

Расчетно-графическая работа

Тема расчетно-графической работы «Расчет пересечения воздушной ЛЭП инженерного объекта».

Каждый студент получает индивидуальное задание, в котором в качестве пересекаемого объекта принимается автодорога различной категории, электрифицированная или не электрифицированная железная дорога, другая ЛЭП, линия связи и др.

Основные этапы расчета:

1. Выбрать опоры пролета пересечения.

2. Принять конструкцию гирлянд изоляторов опор пролета пересечения.
3. Расставить опоры пролета пересечения и определить его длину.
4. Определить стрелу провеса провода, обеспечивающую требуемый габарит линии.
5. Определить механическое напряжение в проводе.
6. Приняв исходный режим, по уравнению состояния рассчитать механические напряжения в проводе в различных климатических режимах и проверить условия прочности провода.
7. При невыполнении условий прочности провода рекомендовать изменение характеристик пролета пересечения.
8. Графическая часть работы выполняется на листе формата А4 и включает в себя:
 - схему объекта пересечения;
 - опоры ВЛ пролета пересечения с точкой подвеса и стрелой провеса нижнего провода;
 - размеры вертикального и горизонтального расстояний от проводов и опор пересекающей ЛЭП до объекта.

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

6.1. Тематика для самостоятельной подготовки

Раздел 1. Воздушные линии электропередачи

1. Конструкции опор ВЛ
2. Конструкции изоляторов ВЛ
3. Конструкции проводов и грозозащитных тросов
4. Расстановка опор по профилю трассы
5. Расчет проводов на прочность.

Раздел 2. Кабельные линии электропередачи.

1. Конструкции БПИ кабелей.
2. Конструкции СПЭ кабелей.
3. Криогенные КЛ.
4. Способы заземления экранов КЛ.
5. Расчет потерь мощности в экранах КЛ.

Раздел 3. Токопроводы

1. Конструкции шинопроводов.
2. Конструкции токопроводов.
3. Конструкции электропроводок.
4. Расчет шинопроводов.
5. Расчет токопроводов.

6.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации (дифференцированного зачета)

6.2.1. Примерный перечень вопросов/заданий для подготовки к дифференцированному зачету

1. Состав оборудования ВЛ.
2. Традиционные конструкции проводов и грозозащитных тросов.
3. Самонесущие изолированные провода.
4. Перспективные конструкции проводов.
5. Конструкции опор.
6. Материал опор.
7. Металлические многогранные опоры.
8. Опоры из полимерных материалов.
9. Конструкции изоляторов.
9. Материал изоляторов.
10. Траверсы из полимерных материалов.

11. Линейная арматура.
12. Сцепная, соединительная и защитная арматура ВЛ.
13. Арматура для СИП.
14. Климатические условия.
15. Основные этапы проектирования ВЛ.
16. Основная задача расчета проводов на прочность.
17. Расчетные режимы. Метод допустимых напряжений.
18. Выбор опор. Расстановка опор по профилю трассы.
19. Габаритный, ветровой и весовой пролеты.
20. Приведенный (расчетный) пролет.
21. Расчет проводов. Удельные нагрузки. Исходный режим. Уравнение состояния.
22. Монтажный режим. Монтажный график.
23. Выбор изоляторов и линейной арматуры. Защита проводов от вибрации.
24. Расчет пересечений ВЛ.
25. Классификация КЛ.
26. Изоляция КЛ. Буквенно-цифровое обозначение кабелей.
27. Кабельная арматура. Соединительные и концевые муфты.
28. Способы прокладки КЛ.
29. Способы заземления экранов кабелей.
30. Механизм появления напряжений и токов в экранах кабелей.
31. Практический расчет токов и напряжений на экранах кабелей.
32. Токопроводы и шинопроводы.
33. Расчет шинных конструкций.

6.2.2. Примерные тестовые задания к дифференцированному зачету

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
Вариант 1		
1	Сечения стальных грозозащитных тросов ...	1. 16-35 мм ² . 2. 35-70 мм ² . 3. 70-120 мм ² . 4. 120-150 мм ² .
2	Для ВЛ напряжением до 1 кВ следует применять провода...	1. Алюминиевые. 2. Самонесущие изолированные. 3. Медные. 4. Сталеалюминиевые.
3	Опоры из древесины используются для ВЛ ...	1. До 1 кВ. 2. До 330 кВ. 3. До 110 кВ. 4. Всех напряжений.
4	Количество изоляторов в гирлянде определяется, главным образом, ...	1. Количеством цепей ВЛ. 2. Районом по гололеду. 3. Агрессивностью окружающей среды. 4. Напряжением ВЛ.
5	Наибольшую живучесть при механических воздействиях имеют ...	1. Подвесные фарфоровые изоляторы. 2. Штыревые фарфоровые и стеклянные изоляторы. 3. Подвесные стеклянные изоляторы. 4. Подвесные полимерные изоляторы.
6	Глубина заложения кабеля 35 кВ в земляной траншее должна быть ...	1. Не менее 1,0 м. 2. Не менее 1,5 м. 3. Не менее 3 м. 4. Не более 0,7 м.
7	Новые конструкции проводов ВЛ – это провода ...	1. С X-образными проволоками. 2. Сталеалюминиевые. 3. С Z-образными проволоками. 4. Изолированные.
8	Первая удельная нагрузка на	1. Удельная нагрузка от ветра и веса провода без гололеда.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	провод ...	2. Удельная нагрузка от веса провода, покрытого гололедом, и ветра. 3. Удельная нагрузка от собственного веса. 4. Удельная нагрузка от собственного веса и гололеда.
9	Опоры из железобетона используются для ВЛ ...	1. До 1 кВ. 2. До 330 кВ. 3. До 110 кВ. 4. Всех напряжений.
10	При прочих равных условиях наибольшую нагрузку допускают кабели ...	1. С бумажной пропитанной изоляцией. 2. С резиновой изоляцией. 3. С изоляцией из сшитого полиэтилена. 4. С изоляцией из поливинилхлорида.
11	Наиболее надежными являются кабельные муфты ...	1. Эпоксидные. 2. Свинцовые. 3. Термоусаживаемые. 4. Чугунные.
12	При пересечении улиц и площадей глубина заложения кабеля напряжением до 35 кВ должна быть ...	1. Не менее 1 м. 2. Не более 1 м. 3. Не лимитируется. 4. Не более 0,7 м.
13	Длительно допустимая температура для БПИ кабелей напряжением 10 кВ ...	1. 50 °С. 2. 80 °С. 3. 60 °С. 4. 90 °С.
14	Соединение изолированных проводов выполняется ...	1. Сваркой. 2. Овальными соединителями. 3. Прессуемыми соединителями. 4. Болтовыми соединителями.
15	В одной траншее допускается прокладывать не более ...	1. Шести кабелей. 2. Восьми кабелей. 3. Семи кабелей. 4. Пяти кабелей.
16	Область применения шинопроводов – это ...	1. Городские электрические сети. 2. Сельские электрические сети. 3. Цеха промышленных предприятий. 4. Электрические сети железных дорог.
17	Расчет проводов на прочность выполняется методом...	1. Разрушающих напряжений. 2. Допустимых напряжений. 3. Простой итерации. 4. Последовательных приближений.
18	Удельная нагрузка на провод это...	1. Механическая нагрузка, приведенная к 1 м длины провода. 2. Механическая нагрузка, приведенная к 1 мм ² сечения провода. 3. Механическая нагрузка от веса провода. 4. Механическая нагрузка, приведенная к 1 м длины и 1 мм ² сечения провода.
19	Заземляющие спуски у деревянных опор ВЛ выше 1 кВ выполняются ...	1. стальным многожильным проводом сечением не менее 70 мм ² . 2. алюминиевым проводом сечением не менее 35 мм ² . 3. стальной проволокой диаметром не менее 10 мм. 4. сталеалюминиевым проводом сечением не менее 35 мм ² .
20	Кабели напряжением 110-220 кВ должны иметь глубину заложения не менее ...	1. 0,7 м. 2. 1.0 м. 3. 1,5 м. 4. 2 м.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
1	Габарит ВЛ – это...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Расстояние между проводами разных фаз ВЛ. 2. Расстояние между нижней точкой провисания провода и землей. 3. Расстояние между проводом и тросом в середине пролета. 4. Расстояние от земли до точки подвеса нижнего провода.
2	Опора ПД-110-3 ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. промежуточная, деревянная, 110 кВ, одноцепная 2. промежуточная, деревянная, 110 кВ, двухцепная. 3. угловая деревянная, 110 кВ, одноцепная 4. анкерная деревянная, 110 кВ, двухцепная
3	Монтажный график провеса провода представляет собой ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Зависимость стрелы провеса провода от нагрузки линии. 2. Зависимость стрелы провеса провода от температуры воздуха. 3. Зависимость стрелы провеса от высоты опоры. 4. Зависимость стрелы провеса провода от толщины стенки гололеда.
4	Вторая удельная нагрузка на провод ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Удельная нагрузка от ветра и веса провода без гололеда. 2. Удельная нагрузка от веса провода, покрытого гололедом, и ветра. 3. Удельная нагрузка от гололеда. 4. Удельная нагрузка от собственного веса и гололеда.
5	Стрела провеса провода имеет наибольшее значение в режиме...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Высшей температуры. 2. Среднегодовой температуры. 3. Низшей температуры. 4. Температуры монтажа.
6	Область применения токопроводов – это ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Городские электрические сети. 2. Сельские электрические сети. 3. Цеха промышленных предприятий. 4. Энергоемкие промышленные предприятия.
7	Седьмая удельная нагрузка на провод ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Удельная нагрузка от ветра и веса провода без гололеда. 2. Удельная нагрузка от веса провода, гололеда и ветра. 3. Удельная нагрузка от собственного веса. 4. Удельная нагрузка от собственного веса и гололеда.
8	Габаритный пролет...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Пролет такой длины, в котором в режиме с минимальной стрелой провеса точно выполняется установленный ПУЭ габарит ВЛ. 2. Пролет такой длины, в котором в режиме с максимальной стрелой провеса точно выполняется установленный ПУЭ габарит ВЛ. 3. Пролет такой длины, в котором в режиме среднегодовой температуры точно выполняется установленный ПУЭ габарит ВЛ. 4. Пролет такой длины, в котором в грозовом режиме точно выполняется установленный ПУЭ габарит ВЛ.
9	Нормативная толщина стенки гололеда в III районе составляет ... мм	<ol style="list-style-type: none"> 1. 10. 2. 20. 3. 30. 4. 40.
10	Ветровое давление W и скорость ветра V связаны соотношением ...	<ol style="list-style-type: none"> 1. $W = \frac{V^2}{2,5}$. 2. $W = \frac{V^2}{3,6}$. 3. $W = \frac{V^2}{1,6}$. 4. $W = \frac{V^2}{5}$.
11	Стрела провеса провода может иметь наибольшее значение в режиме...	<ol style="list-style-type: none"> 1. Гололеда без ветра. 2. Среднегодовой температуры. 3. Низшей температуры 4. Температуры монтажа.
12	Соединения голых проводов	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сваркой.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	сечением 240 мм ² и более выполняются ...	2. Овальными соединителями. 3. Прессуемыми соединителями. 4. Болтовыми соединителями.
13	При расчете на прочность грозозащитного троса в качестве исходного режима принимается ...	1. Режим среднегодовой температуры. 2. Режим низшей температуры. 3. Режим с первой удельной нагрузкой и температурой 15 °С. 4. Режим наибольшей внешней нагрузки.
14	Четвертая удельная нагрузка на провод ...	1. Удельная нагрузка от ветра при отсутствии гололеда. 2. Удельная нагрузка от веса провода, покрытого гололедом, и ветра. 3. Удельная нагрузка от собственного веса. 4. Удельная нагрузка от собственного веса и гололеда.
15	Для грозозащитного троса ПУЭ устанавливают...	1. Расстояние по горизонтали между тросом и проводом в середине пролета при температуре $\Theta = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$. 2. Расстояние по вертикали между тросом и проводом в середине пролета при температуре $\Theta = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$. 3. Расстояние по вертикали между проводами в середине пролета при температуре $\Theta = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$. 4. Расстояние по горизонтали между тросом и проводом в середине пролета при температуре $\Theta = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$.
16	Исходный режим для расчета грозозащитного троса на прочность ...	1. Удельная нагрузка r_1 , температура Θ_{\min} . 2. Удельная нагрузка r_1 , температура 15 °С. 3. Удельная нагрузка r_1 , температура Θ_{\max} . 4. Удельная нагрузка r_1 , температура $\Theta_{\text{ср}}$.
17	Шестая удельная нагрузка это...	1. Удельная нагрузка от ветра и веса провода без гололеда. 2. Удельная нагрузка от веса провода, покрытого гололедом, и ветра. 3. Удельная нагрузка от собственного веса. 4. Удельная нагрузка от собственного веса и гололеда.
18	Изоляция жил СИП выполняется из ...	1. Полиэтилена. 2. Поливинилхлорида. 3. Сшитого или светостабилизированного полиэтилена. 4. Кремнийорганической резины.
19	Пятая удельная нагрузка на провод ...	1. Удельная нагрузка от собственного веса. 2. Удельная нагрузка от ветра при отсутствии гололеда. 3. Удельная нагрузка от ветра при наличии гололеда. 4. Удельная нагрузка от собственного веса и гололеда.
20	При параллельной прокладке кабелей до 10 кВ расстояние в свету между кабелями должно быть не менее ...	1. 100 мм. 2. 200 мм. 3. 300 мм. 4. 400 мм.
Вариант 3		
1	Шинопровод – это ...	1. Токопровод напряжением до 1 кВ. 2. Токопровод напряжением 10 кВ. 3. Токопровод с гибкими шинами. 4. Токопровод с жесткими шинами.
2	Наиболее надежные токопроводы	1. Троллейные токопроводы. 2. Магистральные. 3. С литой изоляцией. 4. Распределительные.
3	Роль экрана из медных прово-	1. Ограничение радиопомех.

№ п/п	Вопрос	Варианты ответа
	сечением до 185 мм ² выполняются ...	2. Овальными соединителями. 3. Прессуемыми соединителями. 4. Болтовыми соединителями.
17	Перспективные опоры ВЛ ...	1. Стальные решетчатые. 2. Стальные многогранные. 3. Железобетонные. 4. Деревянные.
18	При проектировании ВЛ предпочтение следует отдавать изоляторам	1. Стеклянным и полимерным. 2. Стеклянным и фарфоровым. 3. Штыревым стеклянным. 4. Фарфоровым и полимерным.
19	Опоры из стали используются для ВЛ ...	1. До 1 кВ. 2. До 330 кВ. 3. До 110 кВ. 4. Всех напряжений.
20	Длительно допустимая температура для БПИ кабелей напряжением 10 кВ ...	1. 50 °С. 2. 80 °С. 3. 60 °С. 4. 90 °С.

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 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 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 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

7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

1. Костин В.Н. Электроэнергетические системы и сети: учеб. пособие / В.Н. Костин. – ИД «Троицкий мост», 2015. - 304 с.
URL: https://www.centrmag.ru/catalog/product/elektroenergeticheskie_sistemy_i_seti_uchebnoe_posobie/
2. Дмитриев М.В. Заземление экранов однофазных силовых кабелей 6-500 кВ. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2010. – 154 с.
URL: <https://www.ruscable.ru/press/books/dmitriev/>
3. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии: учеб. пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. - Ростов-н/Д.: Феникс, 2006. - 720 с.
URL: <https://www.elec.ru/library/nauchnaya-i-tehnicheskaya-literatura/peredacha-elektricheskoy-energii/>

7.1.2. Дополнительная литература

4. Костин В. Н. Системы электроснабжения. Конструкции и механический расчет: Учебное пособие. – СПб.: СЗТУ, 2002. - 93 с.
URL: http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=
5. Правила устройства электроустановок. 7-е изд. - СПб.: Изд-во ДЕАН, 2003.
URL: <https://www.elec.ru/library/direction/pue.html>
6. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ: 6 т./ под ред. И.Т. Горюнова, А.А. Любимова - М.: Папирус Про, 2003. - т.2 - 640 с.
URL: https://www.bookvoed.ru/book?id=457280&gclid=CjwKCAjw4_H6BRALEiwAvgfzq6rJoGOBax6JRa0roUZsOfniSJMbSapHhcM1VbSi7tteF_eJtpEJeBoCeAAQAvD_BwE

7.1.3. Учебно-методическое обеспечение

- Конструкции линий электропередачи: Методические указания к практическим занятиям и самостоятельной работе / Санкт-Петербургский горный университет. Сост. В.Н. Костин. СПб, 2018. 32 с.
- URL: http://irbis.spmi.ru/jirbis2/index.php?option=com_irbis&view=irbis&Itemid=400&task=set_static_req&bns_string=NWPIB,ELC,ZAPIS&req_irb=

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

1. Справочные материалы по проводам и кабелям
<http://www.ruscable.ru/>
2. Электронная библиотека
<http://www.twirpx.com/>
3. 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 24 посадочных мест для студентов;
- настенную доску;
- переносную настольную трибуну;
- стационарную или переносную мультимедийную аппаратуру.

8.1.2. Аудитории для проведения практических занятий.

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

- посадочное место (стол и стул) преподавателя;
- не менее 24 посадочных мест для студентов;
- настенную доску;
- переносную настольную трибуну.

8.1.3. Аудитории для проведения лабораторных занятий.

Аудитории для лабораторных занятий рассчитаны на одну подгруппу студентов и включают в себя:

- посадочное место (стол и стул) преподавателя;
- не менее 12-15 посадочных мест с персональными компьютерами для студентов;
- настенную доску.

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.

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.

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.

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., перфо-

ратор – 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.

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., баллон со сжатым газом – 1 шт., шуруповерт – 1 шт.

3. Центр новых информационных технологий и средств обучения:

Оснащенность: стол – 2 шт., стулья – 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.

8.4. Лицензионное программное обеспечение:

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.

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)

Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security