

Министерство науки и высшего образования РФ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Национальный исследовательский университет «МЭИ»

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Управление режимами работы электроэнергетических систем

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
КОНСТРУКЦИЯ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.04
Трудоемкость в зачетных единицах:	1 семестр - 6; 2 семестр - 4; всего - 10
Часов (всего) по учебному плану:	360 часов
Лекции	1 семестр - 32 часа;
Практические занятия	1 семестр - 32 часа; 2 семестр - 16 часов; всего - 48 часа
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	1 семестр - 2 часа; 2 семестр - 16 часов; всего - 18 часов
Самостоятельная работа	1 семестр - 149,5 часа; 2 семестр - 107,4 часов; всего - 256,9 часа
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	2 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	1 семестр - 0,5 часа;
Зачет с оценкой	2 семестр - 0,3 часа;
Защита курсового проекта	2 семестр - 0,3 часа; всего - 1,1 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Платонова И.А.
	Идентификатор	R63f8f8ea-PlatonovaIA-46218dd2

И.А. Платонова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Насыров Р.Р.
	Идентификатор	R48fa5e5e-NasyrovRR-34f285d8

Р.Р. Насыров

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

Ю.В. Шаров

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение конструктивной части воздушных линий и методов механического расчета проводов, грозозащитных тросов, линейных изоляторов

Задачи дисциплины

- 1. Формирование знания основных конструктивных элементов воздушных линий, их назначения и материалов, применяемых при их изготовлении;
- 2. Изучение основных нормативных сочетаний климатических условий, при которых рекомендуется выполнять механический расчет элементов конструкции воздушной линии электропередачи;
- 3. Ознакомление с математическими моделями статического поведения проводов и грозозащитных тросов под воздействием внешних нагрузок;
- 4. Обучение базовым практическим методам механического расчета проводов, грозозащитных тросов и линейных изоляторов, применяемым при проектировании конструктивной части воздушной линии;
- 5. Развитие навыков принимать и обосновывать конкретные технические решения при конструировании элементов воздушной линии электропередачи.

Формируемые у обучающегося **компетенции** и запланированные **результаты обучения** по дисциплине, соотнесенные с **индикаторами достижения компетенций**:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
ПК-1 Способен участвовать в процессе проектирования и управления субъектами электроэнергетики и объектами электросетевого хозяйства	ИД-1ПК-1 Работает с проектной документацией по объектам электросетевого хозяйства	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none">- Основные и дополнительные элементы воздушных линий (провода, грозозащитные тросы, опоры, фундаменты, линейные изоляторы и арматуру), их конструкции, материалы изготовления и особенности монтажа;- Статические и динамические внешние воздействия на воздушные линии электропередачи;- Математические модели статического поведения проводов и грозозащитных тросов под воздействием внешних нагрузок и используемые в них физико-механические характеристики проводов (тросов);- Основные нормативные сочетания климатических условий, принимаемые при механическом расчете проводов и грозозащитных тросов. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none">- Выполнять расчет напряжений и стрел провеса провода в пределах анкерowanego участка;- Выполнять расчеты в программно-вычислительном комплексе САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП;- Рассчитывать натяжение грозозащитного троса по условию

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		<p>защиты воздушной линии от грозových перенапряжений и выполнять проверку его механической прочности;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Определять монтажные напряжения в проводах, монтажные стрелы провеса и строить монтажные графики; - Определять наибольшие расчетные усилия в линейных изоляторах; - Проектировать пересечение воздушной линии с инженерными сооружениями и естественными препятствиями; - Вычислять габаритный пролет и строить шаблон для расстановки промежуточных опор по продольному профилю трассы линии; - Выбирать определяющее по прочности нормативное сочетание климатических условий и нормативное сочетание климатических условий, соответствующее наибольшему провисанию проводов; - Рассчитывать удельные механические нагрузки на провода и грозозащитные тросы, решать нелинейное уравнение состояния провода.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление режимами работы электроэнергетических систем (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Базируется на уровне высшего образования (бакалавриат, специалитет).

Результаты обучения, полученные при освоении дисциплины, необходимы при выполнении выпускной квалификационной работы.

3. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

3.1 Структура дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 10 зачетных единиц, 360 часов.

№ п/п	Разделы/темы дисциплины/формы промежуточной аттестации	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы										Содержание самостоятельной работы/ методические указания	
				Контактная работа							СР				
				Лек	Лаб	Пр	Консультация		ИКР		ПА	Работа в семестре	Подготовка к аттестации /контроль		
КПР	ГК	ИККП	ТК												
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	Воздушная линия электропередачи и её конструктивные элементы	29	1	4	-	4	-	-	-	-	-	21	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Воздушная линия электропередачи и её конструктивные элементы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], пп. 2.5.75 – 2.5.82, 2.5.86 – 2.5.98, 2.5.103 – 2.5.115 [3], стр. 779 – 781 [4], стр. 436 – 448 [6], стр. 15 – 17, 23 – 32 [7], стр. 73 – 174</p>	
1.1	Определение воздушных линий электропередачи и общие сведения о их конструкциях. Основные типы опор	7		1	-	1	-	-	-	-	-	5	-		
1.2	Провода традиционных конструкций	8		1	-	1	-	-	-	-	-	6	-		
1.3	Современные инновационные провода	7		1	-	1	-	-	-	-	-	5	-		
1.4	Линейные изоляторы и арматура	7		1	-	1	-	-	-	-	-	5	-		
2	Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию электропередачи	12		2	-	2	-	-	-	-	-	8	-		<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию электропередачи"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], пп. 2.5.38 – 2.5.51, 2.5.85, 2.5.91 [2], стр. 20 – 34 [4], стр. 450 – 455</p>
2.1	Гололёдно-изморозевые образования. Статические ветровые воздействия.	6		1	-	1	-	-	-	-	-	4	-		

	Температурные воздействия												
2.2	Динамические ветровые воздействия	6	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
3	Основные положения механического расчета проводов	18	3	-	3	-	-	-	-	-	12	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Основные положения механического расчета проводов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], пп. 2.5.71 – 2.5.74, 2.5.83, 2.5.201, 2.5.212, 2.5.215 [2], стр. 34 – 41</p>
3.1	Допустимые механические напряжения в проводах	6	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
3.2	Наименьшие расстояния от проводов до поверхности земли	6	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
3.3	Нормативные сочетания климатических условий	6	1	-	1	-	-	-	-	-	4	-	
4	Удельные механические нагрузки	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
4.1	Удельные механические нагрузки на провода	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Удельные механические нагрузки" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], пп. 2.5.52 – 2.5.55 [2], стр. 42 – 55</p>
4.2	Удельные механические нагрузки на грозозащитные тросы	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
5	Физико-механические характеристики проводов	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Физико-механические характеристики проводов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], п. 2.5.84 [2], стр. 7 – 18</p>
5.1	Характеристики монометаллических проводов. Экспериментальная диаграмма растяжения проволоки (провода)	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	

5.2	Эквивалентные характеристики сталеалюминиевых проводов	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
6	Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 56 – 63, 70 – 72 [3], стр. 796 – 799</p>
6.1	Математическая модель кривой провисания провода	5	1	-	1	-	-	-	-	3	-		
6.2	Уравнение физико-механического состояния провода	5	1	-	1	-	-	-	-	3	-		
7	Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий	15	3	-	3	-	-	-	-	9	-	<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 63 – 70, 72 – 78 [3], стр. 799 [5], стр. 317 – 324</p>	
7.1	Определяющее по прочности провода нормативное сочетание климатических условий и методы его выбора	5	1	-	1	-	-	-	-	3	-		
7.2	Построение зависимостей среднеэксплуатационного напряжения от длины пролёта	5	1	-	1	-	-	-	-	3	-		
7.3	Метод критических пролётов	5	1	-	1	-	-	-	-	3	-		
8	Климатические условия наибольшего провисания провода. Габаритный пролёт	10	2	-	2	-	-	-	-	6	-		<p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Климатические условия наибольшего провисания провода. Габаритный пролёт"</p>

8.1	Критическая температура воздуха	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 78 – 89 [3], стр. 802, 805 [5], стр. 324 – 327
8.2	Габаритный пролёт и алгоритм его расчета	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
9	Расстановка опор по трассе воздушной линии электропередачи	15	3	-	3	-	-	-	-	-	9	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Расстановка опор по трассе воздушной линии электропередачи" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 89 – 100 [3], стр. 805 – 808 [5], стр. 327, 328
9.1	Продольный профиль трассы	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
9.2	Построение расстановочного шаблона	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
9.3	Расстановка промежуточных опор с помощью шаблона. Понятия весового и ветрового пролётов	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
10	Механический расчет провода в пределах анкерowanego участка	20	4	-	4	-	-	-	-	-	12	-	
10.1	Условие равновесия поддерживающих гирлянд изоляторов	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Механический расчет провода в пределах анкерowanego участка" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 109 – 118 [3], стр. 806
10.2	Система уравнений состояния провода для анкерowanego участка	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
10.3	Приближенный метод расчета напряжений в анкерowanym участке. Приведенный пролёт	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
10.4	Разновысокая подвеска проводов на соседних опорах	5	1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	
11	Выбор подвесных	19.0	3.5	-	3.5	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>

	изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд												Повторение материала по разделу "Выбор подвесных изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд"	
11.1	Основные положения механического расчёта линейных изоляторов и арматуры	5		1	-	1	-	-	-	-	-	3	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], пп. 2.5.99 – 2.5.102 [2], стр. 153 – 168 [5], стр. 344–346
11.2	Выбор типа и количества изоляторов для комплектования поддерживающих и натяжных гирлянд	4.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	3	-	
11.3	Редуцированное тяжение провода в аварийном режиме	10		2	-	2	-	-	-	-	-	6	-	
12	Опоры воздушных линий электропередачи из различных материалов и способы их закрепления в грунте. Фундаменты опор	12.0		1.5	-	1.5	-	-	-	-	-	9	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Опоры воздушных линий электропередачи из различных материалов и способы их закрепления в грунте. Фундаменты опор" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], пп. 2.5.135 – 2.5.140 [3], стр. 782 – 794 [4], стр. 363 – 436 [6], стр. 32 – 43 [7], стр. 23 – 72, стр. 212 – 229
12.1	Деревянные и железобетонные опоры	4.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	3	-	
12.2	Стальные решётчатые опоры. Многогранные опоры	4.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	3	-	
12.3	Закрепление опор в грунте. Фундаменты опор	4.0		0.5	-	0.5	-	-	-	-	-	3	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	216.0		32.0	-	32.0	-	2	-	-	0.5	116	33.5	
	Итого за семестр	216.0		32.0	-	32.0	2		-		0.5	149.5		
13	Монтажный режим	51	2	-	-	6	-	-	-	-	-	45	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u>

13.1	Вытяжка провода в процессе монтажа и при последующей эксплуатации. Учёт вытяжки провода при расчёте монтажных напряжений и стрел провеса	17	-	-	2	-	-	-	-	-	15	-	Повторение материала по разделу "Монтажный режим" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], пп. 2.5.84 [2], стр. 118 – 132 [3], стр. 810, 811 [5], стр. 328 – 332 [7], стр. 23 – 72, стр. 229 – 245
13.2	Технология производства монтажных работ	17	-	-	2	-	-	-	-	-	15	-	
13.3	Монтажные таблицы и графики	17	-	-	2	-	-	-	-	-	15	-	
14	Механический расчет грозозащитного троса	34	-	-	4	-	-	-	-	-	30	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Механический расчет грозозащитного троса" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 132 – 153
14.1	Способы крепления грозозащитных тросов на опорах и углы защиты проводов	17	-	-	2	-	-	-	-	-	15	-	
14.2	Определение натяжения грозозащитного троса по условию защиты воздушной линии от грозовых перенапряжений и проверка его механической прочности	17	-	-	2	-	-	-	-	-	15	-	
15	Пересечения воздушных линий электропередачи с естественными препятствиями и инженерными сооружениями	16	-	-	4	-	-	-	-	-	12	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Повторение материала по разделу "Пересечения воздушных линий электропередачи с естественными препятствиями и инженерными сооружениями" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 86 - 105
15.1	Разновидности пересечений воздушных линий	8	-	-	2	-	-	-	-	-	6	-	

	электропередачи и предъявляемые к ним требования												
15.2	Большие переходы	8		-	-	2	-	-	-	-	-	6	-
16	Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП	22.4		-	-	2	-	-	-	-	-	20.4	-
16.1	Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП	22.4		-	-	2	-	-	-	-	-	20.4	-
	Зачет с оценкой	0.3		-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-
	Курсовой проект (КП)	20.3		-	-	-	16	-	4	-	0.3	-	-
	Всего за семестр	144.0		-	-	16	16	-	4	-	0.6	107.4	-
	Итого за семестр	144.0		-	-	16	16		4		0.6	107.4	
	ИТОГО	360.0	-	32.0	-	48.0	18		4		1.1	256.9	

Подготовка к текущему контролю:
Повторение материала по разделу "Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП"

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КНР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ГК- групповые консультации по разделам дисциплины; СР – самостоятельная работа студента; ИКР – иная контактная работа; ТК – текущий контроль; ПА – промежуточная аттестация

3.2 Краткое содержание разделов

1. Воздушная линия электропередачи и её конструктивные элементы

1.1. Определение воздушных линий электропередачи и общие сведения о их конструкциях. Основные типы опор

Общая характеристика воздушных линий электропередачи. Воздушные линии с неизолированными, изолированными и защищенными проводами. Области их применения и классификация по числу трёхфазных цепей. Основные и дополнительные конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Промежуточные и анкерные группы опор, опоры специального типа. Классификация опор по конструктивному исполнению и материалу изготовления..

1.2. Провода традиционных конструкций

Выбор марок проводов для воздушных линий электропередачи. Требования, предъявляемые к материалу их изготовления. Классификация проводов по конструктивному исполнению, материалу изготовления и стойкости к коррозии. Области применения проводов различных марок. Технические ограничения на минимально допустимые сечения и диаметры проводов..

1.3. Современные инновационные провода

Компактированные провода, их конструкции, достоинства и недостатки. Области рационального применения компактированных проводов.. Высокотемпературные провода, их конструкции, материалы изготовления, достоинства и недостатки. Области возможного применения высокотемпературных проводов. Отличительные особенности расчета стрел провеса и тяжения. Понятие точки перегиба..

1.4. Линейные изоляторы и арматура

Основные группы линейных изоляторов. Классификация изоляторов по конструктивному исполнению и изоляционному материалу, их достоинства и недостатки, области применения и маркировка. Современные полимерные и длинностержневые фарфоровые изоляторы. Линейная арматура и её классификация по назначению. Современная арматура спирального типа..

2. Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию электропередачи

2.1. Гололёдно-изморозевые образования. Статические ветровые воздействия. Температурные воздействия

Анализ внешних атмосферных воздействий на воздушную линию электропередачи. Условия образования различных видов гололёдно-изморозевых отложений на проводах и степень их влияния на механическую прочность. Наблюдение за интенсивностью гололедообразования и вероятностно-статистический учёт данных на метеостанциях. Районирование территории России по нормативной толщине стенки гололеда. Факторы, влияющие на интенсивность обледенения проводов. Ветровые воздействия на конструктивные элементы воздушной линии. Наблюдение за интенсивностью ветрового воздействия на метеостанциях. Районирование территории России по нормативному ветровому давлению. Факторы, влияющие на интенсивность ветровых нагрузок. Влияние изменений температуры воздуха на работу проводов. Обработка зарегистрированных на метеостанциях данных и определение характерных значений температуры..

2.2. Динамические ветровые воздействия

Динамические ветровые воздействия. Наиболее распространенные виды колебаний проводов под воздействием ветра. Механизмы развития эоловой вибрации и пляски, их характеристика. Основные средства защиты от ветровых колебаний и пассивные меры борьбы. Конструкции современных отечественных и зарубежных гасителей вибрации, междуфазных изолирующих распорок, гасителей пляски. Электрическая плавка гололеда..

3. Основные положения механического расчета проводов

3.1. Допустимые механические напряжения в проводах

Общие сведения о нормальном, аварийном, монтажном режимах воздушной линии электропередачи и климатических условиях, положенных в основу механического расчета её конструктивных элементов. Необходимость ограничения механического напряжения в проводе при условиях его статического нагружения для обеспечения надёжной работы воздушной линии. Формулировка метода допускаемых напряжений. Анализ сочетаний климатических условий, при которых возможны наибольшие напряжения в проводе. Нормируемые значения допустимых механических напряжений..

3.2. Наименьшие расстояния от проводов до поверхности земли

Требования по защите населения от вредного воздействия электрического поля, создаваемого воздушной линией электропередачи. Классификация типов местности по воздействию электрического поля на население. Предельно допустимые уровни напряженности электрического поля воздушной линии. Наименьшие безопасные расстояния по вертикали от проводов до поверхности земли, нормируемые в зависимости от типа местности и номинального напряжения воздушной линии электропередачи. Анализ сочетаний климатических условий, при которых возможно наибольшее провисание провода..

3.3. Нормативные сочетания климатических условий

Нормативные сочетания климатических условий для механического расчета проводов в нормальном режиме работы воздушной линии электропередачи..

4. Удельные механические нагрузки

4.1. Удельные механические нагрузки на провода

Нормативные и расчетные нагрузки на провод от воздействия ветра и гололеда. Удельные механические нагрузки от собственной массы провода, массы гололеда и давления ветра, соответствующие основным нормативным сочетаниям климатических условий. Определение наибольшей механической нагрузки на провод..

4.2. Удельные механические нагрузки на грозозащитные тросы

Особенности расчета нагрузок для грозозащитного троса.

5. Физико-механические характеристики проводов

5.1. Характеристики монометаллических проводов. Экспериментальная диаграмма растяжения проволоки (провода)

Физико-механические характеристики проволок и монометаллических проводов, получаемые при испытаниях образцов на растяжение. Экспериментальная диаграмма растяжения проволоки (провода). Текучесть и ползучесть металлов..

5.2. Эквивалентные характеристики сталеалюминиевых проводов

Взаимодействие разнородных металлов в конструкции комбинированного провода при температурах, отличных от температуры изготовления. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов..

6. Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода

6.1. Математическая модель кривой провисания провода

Математическая модель кривой провисания провода при одинаковой высоте его подвески на соседних опорах. Уравнения цепной линии и параболы. Области их применения. Формулы для расчета стрелы провеса и длины провода..

6.2. Уравнение физико-механического состояния провода

Вывод уравнения физико-механического состояния провода. Решение нелинейного уравнения состояния итерационным методом Ньютона, его графическая интерпретация..

7. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий

7.1. Определяющее по прочности провода нормативное сочетание климатических условий и методы его выбора

Нормативное сочетание климатических условий, при котором наиболее вероятно превышение допустимого напряжения. Методы выбора определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий, получившие наибольшее распространение..

7.2. Построение зависимостей среднеэксплуатационного напряжения от длины пролёта

Наглядный метод построения зависимостей среднеэксплуатационного напряжения в проводе от длины пролета при исходных условиях, соответствующих наибольшей механической нагрузке и низшей температуре воздуха..

7.3. Метод критических пролётов

Критические пролеты и вывод формул для их расчета. Алгоритм выбора определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий по методу критических пролетов..

8. Климатические условия наибольшего провисания провода. Габаритный пролёт

8.1. Критическая температура воздуха

Условная критическая температура воздуха. Выявление нормативного сочетания климатических условий, при котором провод имеет наибольшее провисание. Вывод формулы для расчета критической температуры..

8.2. Габаритный пролёт и алгоритм его расчета

Наиболее выгодный в условиях ровной местности габаритный пролет воздушной линии. Вывод формулы для габаритного пролета. Алгоритм его расчета и проверки правильности полученного результата..

9. Расстановка опор по трассе воздушной линии электропередачи

9.1. Продольный профиль трассы

Составление продольного профиля трассы воздушной линии электропередачи. Перечень данных, наносимых на чертеж продольного профиля..

9.2. Построение расстановочного шаблона

Шаблон для расстановки промежуточных опор по трассе линии. Уравнения кривых шаблона. Выбор масштаба для построения шаблона и уравнения масштабных кривых..

9.3. Расстановка промежуточных опор с помощью шаблона. Понятия весового и ветрового пролётов

Расстановка промежуточных опор по продольному профилю трассы воздушной линии с помощью шаблона. Правило пользования шаблоном при ручном способе расстановки опор. Понятия весового и ветрового пролетов..

10. Механический расчет провода в пределах анкерowanego участка

10.1. Условие равновесия поддерживающих гирлянд изоляторов

Приращение длин промежуточных пролётов при изменении внешних климатических условий. Уравнение моментов статического равновесия поддерживающей гирлянды изоляторов. Определение горизонтальных составляющих отклонения поддерживающих гирлянд изоляторов в пределах анкерowanego участка..

10.2. Система уравнений состояния провода для анкерowanego участка

Механический расчет провода в анкерowanym участке с промежуточными пролётами неравной длины. Составление системы уравнений состояния провода для анкерowanego участка, состоящего из произвольного числа промежуточных пролетов..

10.3. Приближенный метод расчета напряжений в анкерowanym участке. Приведенный пролёт

Понятие приведенного пролёта анкерowanego участка и его использование для приближённого определения напряжения в проводе. Вывод формулы для расчёта приведенного пролёта в условиях относительно ровной местности..

10.4. Разновысокая подвеска проводов на соседних опорах

Математическая модель кривой провисания провода при разной высоте его подвески на соседних опорах. Понятие стрел провеса и их расчетные формулы. Уравнения состояния провода в форме записи относительно напряжений и стрел провеса. Методы их решения..

11. Монтажный режим

11.1. Вытяжка провода в процессе монтажа и при последующей эксплуатации. Учёт вытяжки провода при расчёте монтажных напряжений и стрел провеса

Вытяжка провода в виде неупругих пластических деформаций от воздействия больших внешних нагрузок или в результате ежедневной ползучести. Характер протекания вытяжки провода во времени. Необходимость учёта величины вытяжки, реализуемой за время монтажа провода и в ходе последующей эксплуатации воздушной линии электропередачи. Определение монтажных напряжений в проводе с учётом вытяжки. Модуль монтажной характеристики растяжения..

11.2. Технология производства монтажных работ

Описание наиболее распространённых методов монтажа проводов. Технология производства монтажных работ по методу визирования стрел провеса провода. Способы визирования стрел провеса провода с подъёмом на опору и с поверхности земли..

11.3. Монтажные таблицы и графики

Подготовка монтажных таблиц и графиков для выполнения работ методом визирования стрел провеса провода. Расчёт монтажных напряжений и стрел провеса провода для характерных длин промежуточных пролётов в зависимости от температуры воздуха при монтаже..

12. Механический расчёт грозозащитного троса

12.1. Способы крепления грозозащитных тросов на опорах и углы защиты проводов

Назначение грозозащитных тросов и виды грозовых перекрытий. Способы крепления тросов в зависимости от номинального напряжения воздушной линии электропередачи. Углы защиты проводов на опорах..

12.2. Определение натяжения грозозащитного троса по условию защиты воздушной линии от грозовых перенапряжений и проверка его механической прочности

Нормируемые наименьшие расстояния по вертикали между тросом и проводом в середине пролетов различной длины. Нормативные сочетания климатических условий для механического расчёта грозозащитных тросов. Алгоритм расчёта натяжения троса исходя из условия защиты воздушной линии от грозовых перенапряжений. Проверка троса по условию механической прочности..

13. Пересечения воздушных линий электропередачи с естественными препятствиями и инженерными сооружениями

13.1. Разновидности пересечений воздушных линий электропередачи и предъявляемые к ним требования

Разновидности пересечений воздушных линий электропередачи согласно Правилам устройства электроустановок. Требования, предъявляемые к углу пересечения, типу и конструкции опор, расстояниям от элементов воздушной линии до определенных частей пересекаемого объекта при различных видах пересечений..

13.2. Большие переходы

Пересечения воздушных линий электропередачи с судоходными и несудоходными водными пространствами. Понятие большого перехода. Особенности механического расчёта провода в пролете большой длины..

14. Выбор подвесных изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд

14.1. Основные положения механического расчёта линейных изоляторов и арматуры

Механический расчёт изоляторов и арматуры по методу разрушающих нагрузок. Понятие электромеханической разрушающей нагрузки. Коэффициенты условий работы и надёжности по материалу для выбора изоляторов и арматуры по нагрузкам в нормальных и аварийном режимах работы воздушной линии электропередачи..

14.2. Выбор типа и количества изоляторов для комплектования поддерживающих и натяжных гирлянд

Вывод выражений для определения наибольших расчетных нагрузок, действующих на поддерживающую гирлянду изоляторов в нормальных и аварийном режимах работы воздушной линии электропередачи. Получение выражений для оценки наибольших расчетных нагрузок, действующих на натяжную гирлянду изоляторов. Выбор типа и количества изоляторов для комплектования поддерживающих и натяжных гирлянд по условиям механической прочности и степени загрязнения атмосферы..

14.3. Редуцированное тяжение провода в аварийном режиме

Понятие редуцированного тяжения. Его зависимость от конструкции опоры, длины поддерживающей гирлянды изоляторов, нагрузки провода и длины пролета до обрыва. Нормируемое для населенной местности значение наименьшего расстояния от проводов до поверхности земли при обрыве провода в смежном пролете..

15. Опоры воздушных линий электропередачи из различных материалов и способы их закрепления в грунте. Фундаменты опор

15.1. Деревянные и железобетонные опоры

Конструкции деревянных опор, их достоинства и недостатки. Используемые сорта древесины и способы защиты от гниения. Области применения деревянных опор, особенности их изготовления и эксплуатации. Маркировка деревянных опор.. Конструкции железобетонных опор, их преимущества и недостатки, области применения. Способы увеличения прочности и долговечности железобетонных опор. Маркировка железобетонных опор..

15.2. Стальные решётчатые опоры. Многогранные опоры

Достоинства и недостатки стальных решётчатых опор, области их применения. Традиционные конструкции стальных опор, способы сборки и соединения их элементов, средства защиты от коррозии, основные причины повреждения. Маркировка стальных унифицированных опор.. Современные стилизованные стальные решётчатые опоры. Особенности конструкций современных стальных многогранных опор, их преимущества и недостатки, области применения..

15.3. Закрепление опор в грунте. Фундаменты опор

Способы закрепления стоек деревянных и железобетонных опор в грунте различной структуры. Конструкции железобетонных фундаментов для установки промежуточных и анкерно-угловых стальных решётчатых опор. Разновидности свайных фундаментов и области их применения. Особенности закрепления в грунте опор на оттяжках..

16. Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП

16.1. Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП

Основные модули программно-вычислительного комплекса САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП.

3.3. Темы практических занятий

1. Механический расчет провода в пределах анкерowanego участка;
2. Механический расчет грозозащитного троса;
3. Монтажный режим;
4. Опоры воздушных линий электропередачи из различных материалов и способы их закрепления в грунте. Фундаменты опор;

5. Выбор подвесных изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд;
6. Пересечения воздушных линий электропередачи с естественными препятствиями и инженерными сооружениями;
7. Расстановка опор по трассе воздушной линии электропередачи;
8. Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию электропередачи;
9. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий;
10. Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода;
11. Физико-механические характеристики проводов;
12. Удельные механические нагрузки;
13. Основные положения механического расчета проводов;
14. Воздушная линия электропередачи и её конструктивные элементы;
15. Климатические условия наибольшего провисания провода. Габаритный пролёт;
16. Расчет провода в аварийном режиме.

3.4. Темы лабораторных работ не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Воздушная линия электропередачи и её конструктивные элементы"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию электропередачи"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные положения механического расчета проводов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Удельные механические нагрузки"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Физико-механические характеристики проводов"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Климатические условия наибольшего провисания провода. Габаритный пролёт"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Расстановка опор по трассе воздушной линии электропередачи"
10. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Механический расчет провода в пределах анкерowanego участка"
11. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Монтажный режим"
12. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Механический расчет грозозащитного троса"
13. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Пересечения воздушных линий электропередачи с естественными препятствиями и инженерными сооружениями"
14. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выбор подвесных изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд"
15. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Опоры воздушных линий электропередачи из различных материалов и способы их закрепления в грунте. Фундаменты опор"

16. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ
2 Семестр

Курсовой проект (КП)

Темы:

- Проектирование воздушной линии электропередачи

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 5	6 - 9	10 - 12	13 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	25	25	25	25	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	25	50	75	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Выполнение 1 части курсового проекта
2	Выполнение 2 части курсового проекта
3	Выполнение 3 части курсового проекта
4	Выполнение 4 части курсового проекта

3.7. Соответствие разделов дисциплины и формируемых в них компетенций

Запланированные результаты обучения по дисциплине (в соответствии с разделом 1)	Коды индикаторов	Номер раздела дисциплины (в соответствии с п.3.1)																Оценочное средство (тип и наименование)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
Знать:																		
Основные нормативные сочетания климатических условий, принимаемые при механическом расчете проводов и грозозащитных тросов	ИД-1ПК-1			+														Контрольная работа/Выявление климатических условий наибольшего провисания провода и расчёт габаритного пролёта Контрольная работа/Моделирование кривой провисания провода. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий
Математические модели статического поведения проводов и грозозащитных тросов под воздействием внешних нагрузок и используемые в них физико-механические характеристики проводов (тросов)	ИД-1ПК-1					+	+				+							Контрольная работа/Моделирование кривой провисания провода. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий Контрольная работа/Удельные механические нагрузки на провода воздушной линии электропередачи. Расчет эквивалентных физико-механических характеристик комбинированного провода с учетом экспериментальных данных
Статические и динамические внешние воздействия на воздушные линии	ИД-1ПК-1		+															Тестирование/Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Внешние воздействия на воздушные линии

электропередачи																		электропередачи
Основные и дополнительные элементы воздушных линий (провода, грозозащитные тросы, опоры, фундаменты, линейные изоляторы и арматуру), их конструкции, материалы изготовления и особенности монтажа	ИД-1 _{ПК-1}	+																Тестирование/Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Внешние воздействия на воздушные линии электропередачи
Уметь:																		
Рассчитывать удельные механические нагрузки на провода и грозозащитные тросы, решать нелинейное уравнение состояния провода	ИД-1 _{ПК-1}																	Контрольная работа/Удельные механические нагрузки на провода воздушной линии электропередачи. Расчет эквивалентных физико-механических характеристик комбинированного провода с учетом экспериментальных данных
Выбирать определяющее по прочности нормативное сочетание климатических условий и нормативное сочетание климатических условий, соответствующее наибольшему провисанию проводов	ИД-1 _{ПК-1}																	Контрольная работа/Моделирование кривой провисания провода. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий

Вычислять габаритный пролет и строить шаблон для расстановки промежуточных опор по продольному профилю трассы линии	ИД-1ПК-1																	Контрольная работа/Выявление климатических условий наибольшего провисания провода и расчёт габаритного пролёта Контрольная работа/Расстановка опор по продольному профилю трассы воздушной линии электропередачи. Расчёт провода в анкерованном участке
Проектировать пересечение воздушной линии с инженерными сооружениями и естественными препятствиями	ИД-1ПК-1																+	Контрольная работа/Проектирование пересечений с инженерными сооружениями и естественными препятствиями. Большие переходы
Определять наибольшие расчетные усилия в линейных изоляторах	ИД-1ПК-1																	Контрольная работа/Выбор типа и количества подвесных стеклянных тарельчатых изоляторов для комплектования гирлянд. Опоры и фундаменты воздушных линий электропередачи
Определять монтажные напряжения в проводах, монтажные стрелы провеса и строить монтажные графики	ИД-1ПК-1																+	Контрольная работа/Монтажный режим
Рассчитывать натяжение грозозащитного троса по условию защиты	ИД-1ПК-1																+	Контрольная работа/Расчет грозозащитного троса

воздушной линии от грозных перенапряжений и выполнять проверку его механической прочности																			
Выполнять расчеты в программно-вычислительном комплексе САПР ЛЭП или SMART ЛЭП	ИД-1ПК-1																	+	Контрольная работа/Современные программно-вычислительные комплексы для проектирования воздушных линий электропередачи
Выполнять расчет напряжений и стрел провеса провода в пределах анкерowanego участка	ИД-1ПК-1																	+	Контрольная работа/Расстановка опор по продольному профилю трассы воздушной линии электропередачи. Расчет провода в анкерowanym участке

4. КОМПЕТЕНТНОСТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ КОНТРОЛЯ ОСВОЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ)

4.1. Текущий контроль успеваемости

1 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Выбор типа и количества подвесных стеклянных тарельчатых изоляторов для комплектования гирлянд. Опоры и фундаменты воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)
2. Выявление климатических условий наибольшего провисания провода и расчёт габаритного пролёта (Контрольная работа)
3. Моделирование кривой провисания провода. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий (Контрольная работа)
4. Расстановка опор по продольному профилю трассы воздушной линии электропередачи. Расчёт провода в анкерованном участке (Контрольная работа)
5. Удельные механические нагрузки на провода воздушной линии электропередачи. Расчет эквивалентных физико-механических характеристик комбинированного провода с учетом экспериментальных данных (Контрольная работа)

Форма реализации: Проверка задания

1. Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Внешние воздействия на воздушные линии электропередачи (Тестирование)

2 семестр

Форма реализации: Письменная работа

1. Монтажный режим (Контрольная работа)
2. Проектирование пересечений с инженерными сооружениями и естественными препятствиями. Большие переходы (Контрольная работа)
3. Расчет грозозащитного троса (Контрольная работа)
4. Современные программно-вычислительные комплексы для проектирования воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсового проекта является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №1)

Оценка выставляется по итогам ПА по экзамену.

Зачет с оценкой (Семестр №2)

Оценка выставляется по итогам ПА по экзамену.

Курсовой проект (КП) (Семестр №2)

Оценка выставляется по итогам ПА по экзамену.

В диплом выставляется оценка за 1 семестр.

Примечание: Оценочные материалы по дисциплине приведены в фонде оценочных материалов ОПОП.

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Правила устройства электроустановок. Раздел 2. Передача электроэнергии. Гл 2.4., 2.5 : утв. М-вом энергетики Рос. Федерации 20.05.03 : ввод. в действие с 01.10.03 / М-во энерг. Рос. Федерации . – 7-е изд . – М. : ЭНАС, 2004 . – 160 с. - ISBN 5-931963-76-6 .;
2. Зарудский, Г. К. Механический расчет проводов, тросов и изоляторов воздушных линий электропередачи : монография / Г. К. Зарудский, И. А. Платонова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2013 . – 205 с. - ISBN 978-5-9902974-8-7 .;
3. Герасимов В.Г.- "Электротехнический справочник. Т. 3. Производство, передача и распределение электрической энергии", Издательство: "МЭИ", Москва, 2009 - (964 с.) <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383003381.html>;
4. Справочник по электрическим установкам высокого напряжения / Ред. И. А. Баумштейн, С. А. Бажанов . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергоатомиздат, 1989 . – 768 с. - ISBN 5-283-01134-8 .;
5. Электрические системы и сети в примерах и иллюстрациях : Учебное пособие для вузов по направлению "Электроэнергетика" и специальностям "Электроэнергетические системы и сети" и "Электроснабжение(по отраслям)" / В. В. Ежков, и др. ; Ред. В. А. Строев . – М. : Высшая школа, 1999 . – 352 с. - ISBN 5-06-003329-5 : 32.20 .;
6. Электрические системы. Электрические сети : Учебник для вузов по направлению " Энергетика и энергомашиностроение" / В. А. Веников, А. А. Глазунов, Л. А. Жуков, и др. ; Ред. В. А. Строев . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Высшая школа, 1998 . – 511 с. - ISBN 5-06-001031-7 : 30.80 .;
7. Гологорский, Е. Г. Справочник по строительству и реконструкции линий электропередачи напряжением 0,4-500 кВ / Е. Г. Гологорский, А. Н. Кравцов, Б. М. Узелков . – М. : ЭНАС, 2003 . – 344 с. - ISBN 5-931962-67-0 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. Антиплагиат ВУЗ;
4. nanoCAD Plus.

5.3 Интернет-ресурсы, включая профессиональные базы данных и информационно-справочные системы:

1. ЭБС Лань - <https://e.lanbook.com/>
2. ЭБС "Университетская библиотека онлайн" - http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red
3. Научная электронная библиотека - <https://elibrary.ru/>
4. База данных ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран

и текущего контроля		интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Помещения для самостоятельной работы	Д-2/19, Учебная лаборатория "Вычислительный центр"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, телевизор
Помещения для консультирования	Д-26, Учебная аудитория каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол преподавателя, стол учебный, стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, экран интерактивный, мультимедийный проектор, доска маркерная, ноутбук, кондиционер, инвентарь специализированный, инвентарь учебный, учебно-наглядное пособие, канцелярский принадлежности, мел, маркер, стилус
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-2/9, Помещение учебно-вспомогательного персонала каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, рабочее место сотрудника, стул, шкаф, шкаф для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, многофункциональный центр, кондиционер, телевизор, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности, зеркала

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Конструкция воздушных линий электропередачи

(название дисциплины)

1 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Внешние воздействия на воздушные линии электропередачи (Тестирование)
- КМ-2 Удельные механические нагрузки на провода воздушной линии электропередачи. Расчет эквивалентных физико-механических характеристик комбинированного провода с учетом экспериментальных данных (Контрольная работа)
- КМ-3 Моделирование кривой провисания провода. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий (Контрольная работа)
- КМ-4 Выявление климатических условий наибольшего провисания провода и расчёт габаритного пролёта (Контрольная работа)
- КМ-5 Расстановка опор по продольному профилю трассы воздушной линии электропередачи. Расчёт провода в анкерованном участке (Контрольная работа)
- КМ-6 Выбор типа и количества подвесных стеклянных тарельчатых изоляторов для комплектования гирлянд. Опоры и фундаменты воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	5	8	10	12	14	16
1	Воздушная линия электропередачи и её конструктивные элементы							
1.1	Определение воздушных линий электропередачи и общие сведения о их конструкциях. Основные типы опор		+					
1.2	Провода традиционных конструкций		+					
1.3	Современные инновационные провода		+					
1.4	Линейные изоляторы и арматура		+					
2	Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию электропередачи							
2.1	Гололёдно-изморозевые образования. Статические ветровые воздействия. Температурные воздействия		+					
2.2	Динамические ветровые воздействия		+					
3	Основные положения механического расчета проводов							

3.1	Допустимые механические напряжения в проводах			+	+		
3.2	Наименьшие расстояния от проводов до поверхности земли			+	+		
3.3	Нормативные сочетания климатических условий			+	+		
4	Удельные механические нагрузки						
4.1	Удельные механические нагрузки на провода		+				
4.2	Удельные механические нагрузки на грозозащитные тросы		+				
5	Физико-механические характеристики проводов						
5.1	Характеристики монометаллических проводов. Экспериментальная диаграмма растяжения проволоки (провода)		+	+			
5.2	Эквивалентные характеристики сталеалюминиевых проводов		+	+			
6	Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода						
6.1	Математическая модель кривой провисания провода		+	+			
6.2	Уравнение физико-механического состояния провода		+	+			
7	Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий						
7.1	Определяющее по прочности провода нормативное сочетание климатических условий и методы его выбора				+		
7.2	Построение зависимостей среднеэксплуатационного напряжения от длины пролёта				+		
7.3	Метод критических пролётов				+		
8	Климатические условия наибольшего провисания провода. Габаритный пролёт						
8.1	Критическая температура воздуха					+	+
8.2	Габаритный пролёт и алгоритм его расчета					+	+
9	Расстановка опор по трассе воздушной линии электропередачи						
9.1	Продольный профиль трассы					+	+
9.2	Построение расстановочного шаблона					+	+
9.3	Расстановка промежуточных опор с помощью шаблона. Понятия весового и ветрового пролётов					+	+

10	Механический расчет провода в пределах анкерowanego участка						
10.1	Условие равновесия поддерживающих гирлянд изоляторов					+	
10.2	Система уравнений состояния провода для анкерowanego участка					+	
10.3	Приближенный метод расчета напряжений в анкерowanego участке. Приведенный пролёт					+	
10.4	Разновысокая подвеска проводов на соседних опорах		+	+			
11	Выбор подвесных изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд						
11.1	Основные положения механического расчёта линейных изоляторов и арматуры						+
11.2	Выбор типа и количества изоляторов для комплектования поддерживающих и натяжных гирлянд						+
11.3	Редуцированное тяжение провода в аварийном режиме						+
12	Опоры воздушных линий электропередачи из различных материалов и способы их закрепления в грунте. Фундаменты опор						
12.1	Деревянные и железобетонные опоры	+					
12.2	Стальные решётчатые опоры. Многогранные опоры	+					
12.3	Закрепление опор в грунте. Фундаменты опор	+					
Вес КМ, %:		10	20	20	20	15	15

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-7 Монтажный режим (Контрольная работа)

КМ-8 Расчет грозозащитного троса (Контрольная работа)

КМ-9 Современные программно-вычислительные комплексы для проектирования воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)

КМ-10 Проектирование пересечений с инженерными сооружениями и естественными препятствиями. Большие переходы (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-7	КМ-8	КМ-9	КМ-10
		Неделя КМ:	4	8	12	15
1	Монтажный режим					
1.1	Вытяжка провода в процессе монтажа и при последующей эксплуатации. Учёт вытяжки провода при расчёте монтажных напряжений и стрел провеса		+			

1.2	Технология производства монтажных работ	+			
1.3	Монтажные таблицы и графики	+			
2	Механический расчет грозозащитного троса				
2.1	Способы крепления грозозащитных тросов на опорах и углы защиты проводов		+		
2.2	Определение натяжения грозозащитного троса по условию защиты воздушной линии от грозовых перенапряжений и проверка его механической прочности		+		
3	Пересечения воздушных линий электропередачи с естественными препятствиями и инженерными сооружениями				
3.1	Разновидности пересечений воздушных линий электропередачи и предъявляемые к ним требования				+
3.2	Большие переходы				+
4	Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП				
4.1	Программно-вычислительный комплекс САПР ЛЭП или СМАРТ ЛЭП			+	
Вес КМ, %:		25	25	25	25

**БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА
КУРСОВОГО ПРОЕКТА/РАБОТЫ ПО ДИСЦИПЛИНЕ**

Конструкция воздушных линий электропередачи

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовому проекту:

- КМ-1 Выполнение 1 части курсового проекта
- КМ-2 Выполнение 2 части курсового проекта
- КМ-3 Выполнение 3 части курсового проекта
- КМ-4 Выполнение 4 части курсового проекта

Вид промежуточной аттестации – защита КП.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	5	9	12	15
1	Выполнение 1 части курсового проекта		+			
2	Выполнение 2 части курсового проекта			+		
3	Выполнение 3 части курсового проекта				+	
4	Выполнение 4 части курсового проекта					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25