

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: Инжиниринг в системах электроснабжения

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ВОЗДУШНЫЕ И КАБЕЛЬНЫЕ ЛИНИИ СИСТЕМ
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	3 семестр - 32 часа;
Практические занятия	3 семестр - 32 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	3 семестр - 16 часов;
Самостоятельная работа	3 семестр - 95,4 часа;
в том числе на КП/КР	3 семестр - 15,7 часов;
Иная контактная работа	3 семестр - 4 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Защита курсовой работы	3 семестр - 0,3 часа;
Зачет с оценкой	3 семестр - 0,3 часа;
	всего - 0,6 часа

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Валянский А.В.
	Идентификатор	R98c29a50-ValianskyAV-a927df5b

А.В. Валянский


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шведов Г.В.
	Идентификатор	Rdd042f00-ShvedovGV-637a98fb

Г.В. Шведов

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 и кабельных линий электропередачи, методов механического расчета проводов, тросов, линейных изоляторов и методов теплового расчета кабельных линий электропередачи.

Задачи дисциплины

- изучение конструктивных элементов воздушных и кабельных линий, их назначения и материалов, применяемых при их изготовлении;
- освоение основных нормативных сочетаний климатических условий, при которых рекомендуется выполнять механический расчет элементов конструкции воздушных линий электропередачи;
- изучение математических моделей состояния проводов, тросов и линейных изоляторов под воздействием внешних нагрузок;
- овладение практическими методами механического расчета проводов, тросов и линейных изоляторов, применяемыми при проектировании конструктивной части воздушных линий электропередачи;
- изучение методов оценки теплового состояния кабельных линий электропередачи, проложенных в траншее;
- развитие навыков принимать и обосновывать технические решения при проектировании элементов конструкции воздушных линий 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 управлении проектами систем электроснабжения объектов	ИД-1 _{ПК-1} Формулирует техническое задание для проектирования системы электроснабжения объекта	знать: - основные конструктивные элементы воздушных и кабельных линий электропередачи, их виды, материалы изготовления и технологию выполнения монтажных работ.
ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов	ИД-2 _{ПК-1} Разрабатывает компромиссные варианты структурных схем системы электроснабжения объекта	знать: - статические и динамические внешние воздействия на элементы конструкции воздушных линий электропередачи, основные нормативные сочетания климатических условий, принимаемые при механических расчетах.
ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов	ИД-3 _{ПК-1} Выбирает электрооборудование для проектов систем электроснабжения объекта	уметь: - производить оценку условий и технических параметров различных конструктивных элементов в процессе эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи.
ПК-1 Способен участвовать в управлении проектами систем электроснабжения объектов	ИД-5 _{ПК-1} Участвует в управлении развитием систем электроснабжения объекта	уметь: - принимать и обосновывать технические решения при проектировании элементов конструкции воздушных линий электропередачи.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Инжиниринг в системах электроснабжения (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 5 зачетных единиц, 180 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 ее конструктивные элементы	12	3	4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Воздушная линия электропередачи и ее конструктивные элементы"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [4], стр. 781-794 [5], § 8.4-8.9</p>
1.1	Воздушная линия электропередачи и ее конструктивные элементы	12		4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
2	Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию. Нормативные сочетания климатических условий	12		4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
2.1	Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию. Нормативные сочетания климатических условий	12		4	-	-	-	-	-	-	-	8	-	
3	Механический расчет проводов по методу допускаемых	28		6	-	8	-	-	-	-	-	14	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу</p>

	напряжений. Удельные механические нагрузки. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов												"Механический расчет проводов по методу допускаемых напряжений. Удельные механические нагрузки. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 4-34 [3], п. 2.5 [4], стр. 795-802, стр. 796-799 [6], стр. 111-150
3.1	Механический расчет проводов по методу допускаемых напряжений. Удельные механические нагрузки. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов	28	6	-	8	-	-	-	-	-	14	-	
4	Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода. Метод критических пролетов	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода. Метод критических пролетов"
4.1	Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода. Метод критических пролетов	16	4	-	2	-	-	-	-	-	10	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 56-72 [5], § 8.3, 8.4
5	Условия наибольшего провисания провода и габаритный пролет воздушной линии. Расстановка промежуточных опор по трассе воздушной линии	18	2	-	8	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Условия наибольшего провисания провода и габаритный пролет воздушной линии. Расстановка промежуточных опор по трассе воздушной линии электропередачи" <u>Изучение материалов литературных</u>

	электропередачи														источников:
5.1	Условия наибольшего провисания провода и габаритный пролет воздушной линии. Расстановка промежуточных опор по трассе воздушной линии электропередачи	18	2	-	8	-	-	-	-	-	8	-			[1], стр. 78-100
6	Механический расчет проводов в анкерованном участке. Расчет провода в аварийном режиме работы. Монтаж проводов и тросов	24	6	-	4	-	-	-	-	-	14	-			Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу "Механический расчет проводов в анкерованном участке. Расчет провода в аварийном режиме работы. Монтаж проводов и тросов" Изучение материалов литературных источников:
6.1	Механический расчет проводов в анкерованном участке. Расчет провода в аварийном режиме работы. Монтаж проводов и тросов	24	6	-	4	-	-	-	-	-	14	-			[1], стр. 112-185 [4], стр. 800-802, стр. 810-811
7	Выбор типа и количества изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-			Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу "Выбор типа и количества изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд"
7.1	Выбор типа и количества изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд	10	2	-	2	-	-	-	-	-	6	-			Изучение материалов литературных источников: [3], п. 2.5 [5], § 8.14
8	Основные сведения о видах, конструктивном	11.7	2	-	4	-	-	-	-	-	5.7	-			Самостоятельное изучение теоретического материала: Изучение дополнительного материала по разделу

	исполнении, способов прокладки кабельных линий электропередачи												"Основные сведения о видах, конструктивном исполнении, способов прокладки кабельных линий электропередачи"
8.1	Основные сведения о видах, конструктивном исполнении, способов прокладки кабельных линий электропередачи	11.7	2	-	4	-	-	-	-	-	5.7	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 5-21 [3], п. 2.3
9	Оценка теплового состояния кабельных линий электропередачи в установившемся режиме работы при прокладке в траншее	12	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Оценка теплового состояния кабельных линий электропередачи в установившемся режиме работы при прокладке в траншее" <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
9.1	Оценка теплового состояния кабельных линий электропередачи в установившемся режиме работы при прокладке в траншее	12	2	-	4	-	-	-	-	-	6	-	[2], стр. 22-55
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Курсовая работа (КР)	36.0	-	-	-	16	-	4	-	0.3	15.7	-	
	Всего за семестр	180.0	32	-	32	16	-	4	-	0.6	95.4	-	
	Итого за семестр	180.0	32	-	32	16		4		0.6	95.4		

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 ее конструктивные элементы

1.1. Воздушная линия электропередачи и ее конструктивные элементы

Общая характеристика воздушных линий электропередачи. Воздушные линии электропередачи с неизолированными, изолированными и защищенными проводами. Области их применения и классификация по числу трехфазных цепей. Основные и дополнительные конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Промежуточные и анкерные группы опор и опоры специального типа (угловые, ответвительные, транспозиционные и пр.). Классификация опор по конструктивному исполнению и материалу изготовления. Основные достоинства и недостатки деревянных, железобетонных и металлических опор. Методы их изготовления, монтажа и области применения. Современные многогранные опоры. 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. Провода повышенной пропускной способности. Достоинства и недостатки современных компактных и высокотемпературных проводов (тросов). Обоснование их рационального применения. Основные группы изоляторов: подвесные и штыревые. Классификация изоляторов по конструктивному исполнению и изоляционному материалу. Их достоинства и недостатки, области применения и маркировка. Современные полимерные и длиннострержневые фарфоровые изоляторы. Линейная арматура и ее классификация по назначению: поддерживающие и натяжные зажимы; сцепная, соединительная и защитная арматура. Современная арматура спирального типа. Способы закрепления опор в грунте различной структуры. Основные типы фундаментов и конструкции закреплений в грунте металлических, железобетонных и деревянных опор..

2. Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию. Нормативные сочетания климатических условий

2.1. Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию. Нормативные сочетания климатических условий

Анализ внешних атмосферных воздействий на воздушную линию электропередачи. Условия образования различных видов гололедно-изморозевых отложений на проводах (тросах) и степень их влияния на механическую прочность. Наблюдение за интенсивностью гололедообразования и вероятностно-статистический учет данных на метеостанциях. Районирование территории России по нормативной толщине стенки гололеда. Факторы, влияющие на интенсивность обледенения проводов. Ветровые воздействия на конструктивные элементы воздушной линии электропередачи. Наблюдение за интенсивностью ветрового воздействия на метеостанциях. Районирование территории России по нормативному ветровому давлению. Факторы, влияющие на интенсивность ветровых нагрузок. Динамические ветровые воздействия. Наиболее распространенные виды колебаний проводов, вызываемые действием ветра: эолова вибрация; субколебания; пляска. Механизмы развития этих колебаний и их характеристика. Основные средства защиты от ветровых колебаний и пассивные меры борьбы. Конструкции современных отечественных и зарубежных гасителей вибрации, распорок-гасителей, междуфазных изолирующих распорок и гасителей пляски. Электрическая плавка гололеда. Влияние изменений температуры воздуха на работу проводов. Обработка зарегистрированных данных на метеостанциях и определение характерных значений температуры. Нормативные сочетания климатических условий для механического расчета проводов в нормальном и аварийном режимах работы воздушной линии электропередачи..

3. Механический расчет проводов по методу допускаемых напряжений. Удельные механические нагрузки. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов

3.1. Механический расчет проводов по методу допускаемых напряжений. Удельные механические нагрузки. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов

Основные положения механического расчета проводов воздушных линий электропередачи. Нормируемые значения допустимых механических напряжений. Требования, предъявляемые к наименьшим расстояниям по вертикали от проводов до поверхности земли и пересекаемых объектов, важные для обеспечения надежной работы воздушной линии электропередачи. Удельные механические нагрузки на провода от их собственной массы, массы гололеда и давления ветра, соответствующие нормативным сочетаниям климатических условий. Определение наибольшей механической нагрузки. Физико-механические характеристики проволок и проводов, получаемые при испытаниях образцов на растяжение. Текучесть и ползучесть металлов. Взаимодействие разнородных металлов в конструкции провода при температурах, отличных от температуры изготовления. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов..

4. Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода. Метод критических пролетов

4.1. Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода. Метод критических пролетов

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. Уравнение физико-механического состояния провода в форме записи относительно напряжений. Решение нелинейного уравнения состояния методом Ньютона и его графическая интерпретация. Метод критических пролетов. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий..

5. Условия наибольшего провисания провода и габаритный пролет воздушной линии. Расстановка промежуточных опор по трассе воздушной линии электропередачи

5.1. Условия наибольшего провисания провода и габаритный пролет воздушной линии. Расстановка промежуточных опор по трассе воздушной линии электропередачи

Условная критическая температура воздуха (провода). Выявление нормативного сочетания климатических условий, соответствующего наибольшему провисанию проводов. Габаритный пролет воздушной линии электропередачи. Метод расчета габаритного пролета. Продольный профиль трассы воздушной линии. Перечень данных, наносимых на чертежи продольного профиля. Шаблон для расстановки промежуточных опор по трассе линии..

6. Механический расчет проводов в анкерованном участке. Расчет провода в аварийном режиме работы. Монтаж проводов и тросов

6.1. Механический расчет проводов в анкерованном участке. Расчет провода в аварийном режиме работы. Монтаж проводов и тросов

Механический расчет проводов в анкерованном участке с промежуточными пролетами неравной длины. Понятие приведенного пролета анкерованного участка и его использование для приближенного определения напряжений в проводах. Строгий подход к расчету значений напряжения в проводе в пределах анкерованного участка. 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 аналитического и графического решения. Проектирование пересечений воздушной линии электропередачи с инженерными сооружениями и естественными препятствиями. Требования, предъявляемые к углу пересечения, типу и конструкции опор, расстояниям от элементов воздушной линии до определенных частей пересекаемого объекта при различных видах пересечений. Расчет провода в аварийном режиме работы. Определение наименьшего редуцированного напряжения в проводе и проверка соблюдения нормируемых (по условию аварийного режима) наименьших расстояний по вертикали от проводов до поверхности земли в населенной местности, а также до некоторых пересекаемых объектов (рельсов железных дорог, проводов линий связи, трамвайных и троллейбусных линий). Технология выполнения монтажа проводов. Монтажные таблицы и монтажные графики..

7. Выбор типа и количества изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд

7.1. Выбор типа и количества изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд

Механический расчет поддерживающих и натяжных изоляторов в нормальном и аварийном режиме их работы по методу разрушающих нагрузок. Определение типа и количества изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд по условиям механической прочности и степени загрязнения атмосферы..

8. Основные сведения о видах, конструктивном исполнении, способов прокладки кабельных линий электропередачи

8.1. Основные сведения о видах, конструктивном исполнении, способов прокладки кабельных линий электропередачи

Краткая история развития кабельной промышленности. Основные сведения о конструктивном исполнении одно- и многожильных кабельных линий электропередачи с различными типами основной изоляции. Преимущества и недостатки кабельных линий электропередачи по сравнению с воздушными. Способы скрытой прокладки кабельных линий электропередачи, области их применения, преимущества и недостатки: кабельные сооружения, эстакады, прокладка с помощью горизонтально-направленного бурения..

9. Оценка теплового состояния кабельных линий электропередачи в установившемся режиме работы при прокладке в траншее

9.1. Оценка теплового состояния кабельных линий электропередачи в установившемся режиме работы при прокладке в траншее

Основные положения теории тепломассообмена, Способы теплопередачи: теплопроводность, конвекция, излучение. Тепловой закон Ома для стационарного процесса теплопередачи. Расчет тепловых сопротивлений коаксиального кабеля. Тепловая схема замещения коаксиального кабеля при его прокладке в траншее. Расчет длительно допустимого тока нагрузки / температуры нагрева кабельной линии электропередачи при заданной температуре нагрева основной изоляции кабеля / тока нагрузки..

3.3. Темы практических занятий

1. Расчет удельных механических нагрузок на провода воздушной линии электропередачи. Построение зависимостей среднеэксплуатационного напряжения в проводе от длины пролета при исходных нормативных сочетаниях климатических условий, соответствующих наибольшей механической нагрузке и низшей температуре

воздуха.;

2. Расчет критических пролетов. Выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий;
3. Определение критической температуры воздуха (провода). Выявление нормативного сочетания климатических условий, соответствующего наибольшему провисанию проводов. Вычисление габаритного пролета воздушной линии электропередачи. Построение шаблона для расстановки промежуточных опор по трассе линии;
4. Расчет редуцированного напряжения и стрелы провеса провода в первом от анкерной опоры пролете при обрыве провода в смежном пролете. Проверка соблюдения нормируемого по условию аварийного режима вертикального расстояния от проводов до поверхности земли в населенной местности;
5. Выбор типа и количества изоляторов для комплектования поддерживающих и натяжных гирлянд;
6. Изучение видов кабельных сооружений для скрытой прокладки кабельных линий электропередачи;
7. Тепловой расчет установившегося режима работы кабельной линии электропередачи при прокладке в траншее.

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 ее конструктивные элементы"
2. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию. Нормативные сочетания климатических условий"
3. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Механический расчет проводов по методу допускаемых напряжений. Удельные механические нагрузки. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов"
4. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода. Метод критических пролетов"
5. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Условия наибольшего провисания провода и габаритный пролет воздушной линии. Расстановка промежуточных опор по трассе воздушной линии электропередачи"
6. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Механический расчет проводов в анкерном участке. Расчет провода в аварийном режиме работы. Монтаж проводов и тросов"
7. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Выбор типа и количества изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд"
8. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Основные сведения о видах, конструктивном исполнении, способов прокладки кабельных линий электропередачи"
9. Обсуждение материалов по кейсам раздела "Оценка теплового состояния кабельных линий электропередачи в установившемся режиме работы при прокладке в траншее"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

3 Семестр

Курсовая работа (КР)

Темы:

- Механический расчет проводов, тросов и изоляторов воздушной линии электропередачи

График выполнения курсового проекта

Неделя	1 - 7	8 - 9	10 - 11	12 - 13	14 - 15	Зачетная
Раздел курсового проекта	1	2	3	4	5	Защита курсового проекта
Объем раздела, %	20	10	35	20	15	-
Выполненный объем нарастающим итогом, %	20	30	65	85	100	-

Номер раздела	Раздел курсового проекта
1	Расчет удельных механических нагрузок от внешнего воздействия метеорологических факторов и сил тяжести на провода и тросы
2	Построение зависимости среднеэксплуатационного напряжения в проводе от длины пролета, определение значения критических пролетов и выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий.
3	Расчет критической температуры и установление нормативного сочетания климатических условий наибольшего провисания проводов и расчет габаритного пролета, построение шаблона для расстановки опор по продольному профилю трассы воздушной линии.
4	Расчет монтажной таблицы и построение монтажных графиков, соответствующих характерным длинам промежуточных пролетов воздушной линии.
5	Выбор типа и количества изоляторов в гирлянде для крепления проводов к промежуточным и анкерным опорам.

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		
Знать:												
основные конструктивные элементы воздушных и кабельных линий электропередачи, их виды, материалы изготовления и технологию выполнения монтажных работ	ИД-1 _{ПК-1}	+									+	Тестирование/Основные конструктивные элементы воздушных (кабельных) линий электропередачи
статические и динамические внешние воздействия на элементы конструкции воздушных линий электропередачи, основные нормативные сочетания климатических условий, принимаемые при механических расчетах	ИД-2 _{ПК-1}		+			+						Тестирование/Внешние факторы, влияющие на элементы конструкции воздушных линий электропередачи
Уметь:												
производить оценку условий и технических параметров различных конструктивных элементов в процессе эксплуатации воздушных и кабельных линий электропередачи	ИД-3 _{ПК-1}						+				+	Контрольная работа/Математические модели механического состояния проводов и грозотросов воздушных линий электропередачи
принимать и обосновывать технические решения при проектировании элементов конструкции воздушных линий электропередачи	ИД-5 _{ПК-1}			+	+				+			Контрольная работа/Тепловой расчет кабельных линий электропередачи при их прокладке в траншее

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

3 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Внешние факторы, влияющие на элементы конструкции воздушных линий электропередачи (Тестирование)
2. Основные конструктивные элементы воздушных (кабельных) линий электропередачи (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Математические модели механического состояния проводов и грозотросов воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)
2. Тепловой расчет кабельных линий электропередачи при их прокладке в траншее (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

Балльно-рейтинговая структура курсовой работы является приложением Б.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №3)

Зачетная составляющая оценки за освоение дисциплины исходя из оценки за зачет. Оценка за освоение дисциплины определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

Курсовая работа (КР) (Семестр №3)

Оценка за курсовую работу определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ»

В диплом выставляется оценка за 3 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. 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 .;
2. Зуев, Э. Н. Учебное пособие по курсу "Кабельные линии высокого напряжения в системах электроснабжения городов": Криогенные линии электропередачи / Э. Н. Зуев ; Ред. А. А. Глазунов ; Моск. энерг. ин-т (МЭИ) . – М. : Изд-во МЭИ, 1982 . – 57 с.;
3. Правила устройства электроустановок . – 7-е изд . – М. : Омега-Л, 2006 . – 268 с. – (Безопасность и охрана труда) . - ISBN 5-365-00299-7 .;
4. Электротехнический справочник: В 4 т. Т.3. Производство, передача и распределение электрической энергии / и др. ; Ред. В. Г. Герасимов ; Гл. ред. И. Н. Орлов . – 8-е изд., испр. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2002 . – 964 с. - ISBN 5-7046-0750-0 .;

5. 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 .;

6. "Библия электрика: ПУЭ, МПОТ, ПТЭ", Издательство: "Сибирское университетское издательство", Новосибирск, 2011 - (688 с.)

<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=57229>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux;
4. Видеоконференции (Майнд, Сберджаз, ВК и др).

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 Web of Science - <http://webofscience.com/>

5. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>

6. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>

7. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>

8. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>

9. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>

10. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>

11. Открытая университетская информационная система «РОССИЯ» - <https://uisrussia.msu.ru>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	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 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-2/12(2), Кабинет сотрудников каф. "ЭЭС"	кресло рабочее, стол для работы с документами, стул, шкаф для документов, вешалка для одежды, тумба, стол для совещаний, принтер, кондиционер, журналы, книги, учебники, пособия, канцелярский принадлежности
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	НТБ-214, Кладовая "НТБ"	

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Воздушные и кабельные линии систем электроснабжения

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные конструктивные элементы воздушных (кабельных) линий электропередачи (Тестирование)
- КМ-2 Внешние факторы, влияющие на элементы конструкции воздушных линий электропередачи (Тестирование)
- КМ-3 Математические модели механического состояния проводов и грозотросов воздушных линий электропередачи (Контрольная работа)
- КМ-4 Тепловой расчет кабельных линий электропередачи при их прокладке в траншее (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	16
1	Воздушная линия электропередачи и ее конструктивные элементы					
1.1	Воздушная линия электропередачи и ее конструктивные элементы		+			
2	Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию. Нормативные сочетания климатических условий					
2.1	Внешние атмосферные воздействия на воздушную линию. Нормативные сочетания климатических условий			+		
3	Механический расчет проводов по методу допускаемых напряжений. Удельные механические нагрузки. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов					
3.1	Механический расчет проводов по методу допускаемых напряжений. Удельные механические нагрузки. Эквивалентные расчетные параметры сталеалюминиевых проводов					+
4	Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода. Метод критических пролетов					
4.1	Уравнения кривой провисания и физико-механического состояния провода. Метод критических пролетов					+
5	Условия наибольшего провисания провода и габаритный пролет воздушной линии. Расстановка промежуточных опор по трассе воздушной линии электропередачи					
5.1	Условия наибольшего провисания провода и габаритный пролет воздушной линии. Расстановка промежуточных опор по трассе воздушной линии электропередачи			+		

6	Механический расчет проводов в анкерованном участке. Расчет провода в аварийном режиме работы. Монтаж проводов и тросов				
6.1	Механический расчет проводов в анкерованном участке. Расчет провода в аварийном режиме работы. Монтаж проводов и тросов			+	
7	Выбор типа и количества изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд				
7.1	Выбор типа и количества изоляторов для поддерживающих и натяжных гирлянд				+
8	Основные сведения о видах, конструктивном исполнении, способов прокладки кабельных линий электропередачи				
8.1	Основные сведения о видах, конструктивном исполнении, способов прокладки кабельных линий электропередачи	+			
9	Оценка теплового состояния кабельных линий электропередачи в установившемся режиме работы при прокладке в траншее				
9.1	Оценка теплового состояния кабельных линий электропередачи в установившемся режиме работы при прокладке в траншее			+	
Вес КМ, %:		15	15	35	35

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

Воздушные и кабельные линии систем электроснабжения

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по курсовой работе:

- КМ-1 Сдача п.1 курсовой работы правильно и в срок
- КМ-2 Сдача п.2 курсовой работы правильно и в срок
- КМ-3 Сдача п.3 курсовой работы правильно и в срок
- КМ-4 Сдача п.4 курсовой работы правильно и в срок
- КМ-5 Сдача п.5 курсовой работы правильно и в срок

Вид промежуточной аттестации – защита КР.

Номер раздела	Раздел курсового проекта/курсовой работы	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	7	9	11	13	15
1	Расчет удельных механических нагрузок от внешнего воздействия метеорологических факторов и сил тяжести на провода и тросы		+				
2	Построение зависимости среднеэксплуатационного напряжения в проводе от длины пролета, определение значения критических пролетов и выбор определяющего по прочности провода нормативного сочетания климатических условий.			+			
3	Расчет критической температуры и установление нормативного сочетания климатических условий наибольшего провисания проводов и расчет габаритного пролета, построение шаблона для расстановки опор по продольному профилю трассы воздушной линии.				+		
4	Расчет монтажной таблицы и построение монтажных графиков, соответствующих характерным длинам промежуточных пролетов воздушной линии.					+	
5	Выбор типа и количества изоляторов в гирлянде для крепления проводов к промежуточным и анкерным опорам.						+
Вес КМ, %:			20	10	35	20	15