

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: Моделирование в электроэнергетике и электротехнике

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ДАЛЬНИЕ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.08
Трудоемкость в зачетных единицах:	2 семестр - 3;
Часов (всего) по учебному плану:	108 часов
Лекции	2 семестр - 32 часа;
Практические занятия	2 семестр - 16 часов;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	2 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	2 семестр - 57,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	2 семестр - 0,5 часа;

Москва 2024

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Анисимова И.С.
	Идентификатор	R97b88f41-ZubkovaIS-a8899d36

И.С. Анисимова

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Козьмина И.С.
	Идентификатор	Ra036a963-KozminaIS-f85c8f2a

И.С. Козьмина

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Тульский В.Н.
	Идентификатор	R292b173d-TulskyVN-7e812984

В.Н. Тульский

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение дальних линий электропередачи (ДЭП)

Задачи дисциплины

- изучение основных характеристик и областей применения ДЭП;
- приобретение навыков составления схем замещения, расчета режима и потерь мощности

ДЭП.

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-3 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в электроэнергетике и электротехнике	ИД-4 _{ПК-3} Работает с универсальными моделями электроэнергетики и электротехники	знать: - основные сведения о ДЭП и их перспективы развития; - схемы замещения, характеристики и методы расчета режимов работы ДЭП. уметь: - определять параметры схемы замещения и рассчитывать режимы ДЭП.
ПК-3 Способность принимать участие в математическом и компьютерном моделировании в электроэнергетике и электротехнике	ИД-5 _{ПК-3} Знает принципы расчета потерь мощностей и энергии в линиях сверхвысокого напряжения и протоколы передачи данных электроэнергетических объектов	знать: - методики расчета потерь активной мощности и энергии в ДЭП. уметь: - рассчитывать потери активной мощности и энергии в ДЭП.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Моделирование в электроэнергетике и электротехнике (далее – ОПОП), направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - магистратура.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать методы анализа цепей постоянного и переменного токов в стационарных и переходных режимах
- знать и понимать принцип действия современных типов электрических машин, знать особенности их конструкции, уравнения, схемы замещения и характеристики
- знать принципы передачи и распределения электроэнергии
- знать состав оборудования и его параметры, схемы электростанций и подстанций
- уметь применять методы математического анализа при решении инженерных задач
- уметь выбирать основные параметры электрооборудования линий проектируемой сети
- уметь определять параметры схемы замещения основных элементов электроэнергетических систем и сетей

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 3 зачетных единицы, 108 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	Основные сведения о дальних линиях электропередачи (ДЭП)	6	2	4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.П. Рыжов – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 34-48 [2], стр. 10-60</p>
1.1	Основные сведения о дальних линиях электропередачи (ДЭП)	6		4	-	-	-	-	-	-	-	2	-	
2	Характеристики ДЭП переменного тока	10		6	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
2.1	Характеристики ДЭП переменного тока	10		6	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
3	Способы представления ДЭП в расчётных схемах	8		4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	
3.1	Способы представления ДЭП в расчётных схемах	8	4	-	2	-	-	-	-	-	2	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.П. Рыжов – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u></p>	

													[1], стр. 224-238 [2], стр. 120-151	
4	Расчет режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН.	18	6	-	8	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.П. Рыжов – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
4.1	Расчет режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН.	18	6	-	8	-	-	-	-	-	-	4	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 175-234
5	Режим одностороннего включения линии СВН	8	4	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.П. Рыжов – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
5.1	Режим одностороннего включения линии СВН	8	4	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 235-271
6	Пропускная способность электропередач СВН	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.П. Рыжов – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
6.1	Пропускная способность электропередач СВН	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 272-297
7	Гибкие линии переменного тока	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.П. Рыжов – М.: Издательский дом МЭИ, 2007.
7.1	Гибкие линии переменного тока	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 298-326

8	Современное состояние и перспективы развития ДЭП	14		4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение литературы: Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения: учебник для вузов / Ю.П. Рыжов – М.: Издательский дом МЭИ, 2007. <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], стр. 328-396
8.1	Современное состояние и перспективы развития ДЭП	14		4	-	2	-	-	-	-	-	8	-	
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	108.0		32	-	16	-	2	-	-	0.5	24	33.5	
	Итого за семестр	108.0		32	-	16	2	-	-	0.5	57.5			

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПП – 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. Основные сведения о дальних линиях электропередачи (ДЭП)

1.1. Основные сведения о дальних линиях электропередачи (ДЭП)

Общие понятия и структура курса. Исторический обзор развития ДЭП. Области применения электропередач сверхвысокого напряжения (СВН). Особенности линий СВН и основные требования к ним. Схемы выполнения линий СВН. Конструктивные особенности линий СВН. Корона на проводах ДЭП. Конструкция фазы воздушных линий СВН. Выбор конструктивных параметров фазы. Удельные погонные параметры линий СВН..

2. Характеристики ДЭП переменного тока

2.1. Характеристики ДЭП переменного тока

Некомпенсированные линии. Уравнение ДЭП. Волновые характеристики ДЭП. Уравнение идеализированной линии. Натуральная мощность линии. Уравнения ДЭП в относительных единицах. Векторные и круговые диаграммы идеализированной линии. Реактивные мощности по концам линии. Распределение параметров режима вдоль протяженной линии. Экстремальные напряжения в промежуточных точках линий в режимах малых нагрузок. Режимные характеристики некомпенсированных линий длиной 1500 – 3000 км. Компенсированные линии. Уравнения круговых диаграмм. Круговые диаграммы для компенсированных линий. Распределение напряжения и реактивной мощности по компенсированным линиям. Линии с шунтирующим реактором и установкой продольной емкостной компенсации..

3. Способы представления ДЭП в расчётных схемах

3.1. Способы представления ДЭП в расчётных схемах

Математические модели линии. Методы учета распределенности параметров в схемах замещения линии: метод прямого вычисления, метод поправочных коэффициентов, метод Горева. Учет элементов электропередачи с сосредоточенными параметрами. Учет элементов, включаемых в линию последовательно. Учет элементов, включаемых в линию параллельно. Учет элементов с комбинированным включением в линию. Метод эквивалентного четырехполюсника. Собственное, взаимное и входное сопротивление линии..

4. Расчет режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН.

4.1. Расчет режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН.

Расчет электропередачи СВН без промежуточных подстанций. Схемы электропередач. Уравнения и способы задания исходных данных. Алгоритмы расчета параметров режима. Расчет режимов наибольших и наименьших нагрузок. Расчет электропередачи СВН с промежуточными подстанциями. Схемы электропередач. Методика расчета режимов. Электропередачи с компенсирующими устройствами на промежуточной подстанции. Электропередачи без компенсирующих устройств на промежуточной подстанции. Электропередачи с промежуточной подстанцией, включенной только в одну цепь. Особенности расчета послеаварийных режимов электропередач. Средства обеспечения баланса реактивной мощности в узлах электропередачи. Потери активной мощности и энергии в линиях СВН..

5. Режим одностороннего включения линии СВН

5.1. Режим одностороннего включения линии СВН

Общая характеристика режима одностороннего включения линии. Режимы одностороннего включения линии с учетом и без учета компенсирующих устройств. Самовозбуждение генераторов при их работе на протяженные воздушные линии СВН. Синхронизационные режимы электропередачи с одной промежуточной подстанцией..

6. Пропускная способность электропередач СВН

6.1. Пропускная способность электропередач СВН

Понятие пропускной способности воздушных линий СВН. Возможные пути повышения пропускной способности ДЭП: повышение номинального напряжения, изменение волновых свойств линии, использование поперечной и продольной компенсации..

7. Гибкие линии переменного тока

7.1. Гибкие линии переменного тока

Назначение гибких линий. Способы управления передаваемой по линии мощностью. Возможные пути технической реализации гибких линий. Режимные характеристики линии с векторным регулированием..

8. Современное состояние и перспективы развития ДЭП

8.1. Современное состояние и перспективы развития ДЭП

Перспективы применения электропередач сверхвысокого напряжения (СВН). Электропередачи и вставки постоянного тока. Области применения. Схемы замещения. Математические модели. Перспективы применения..

3.3. Темы практических занятий

1. Определение параметров схемы замещения электропередачи для различных моделей представления линии СВН;
2. Распределение значений режимных параметров по длине воздушной линии СВН и построение эпюр напряжения, тока и реактивной мощности;
3. Итоговое занятие;
4. Определение параметров режима односторонне включенной линии. Режим синхронизации генератора на ГЭС. Режим одностороннего включения линии;
5. Расчет потерь активной мощности и энергии в линиях СВН;
6. Расчет режима наименьшей передаваемой мощности;
7. Расчет режима наибольшей передаваемой мощности определение оптимального перепада напряжения;
8. Определение погонных волновых параметров и натуральной мощности ЛЭП СВН и оптимального шага расщепления для данной конструкции фазы.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по темам раздела "Основные сведения о дальних линиях электропередачи (ДЭП)"
2. Обсуждение материалов по темам раздела "Характеристики ДЭП переменного тока"

3. Обсуждение материалов по темам раздела "Схемы замещения ДЭП переменного тока"
4. Обсуждение материалов по темам раздела "Расчет режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН"
5. Обсуждение материалов по темам раздела "Режим одностороннего включения линии СВН"
6. Обсуждение материалов по темам раздела "Пропускная способность электропередач СВН"
7. Обсуждение материалов по темам раздела "Гибкие линии переменного тока"
8. Обсуждение материалов по темам раздела "Современное состояние и перспективы развития ДЭП"

3.6 Тематика курсовых проектов/курсовых работ

Курсовой проект/ работа не предусмотрены

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		
Знать:											
схемы замещения, характеристики и методы расчета режимов работы ДЭП	ИД-4ПК-3			+	+	+					Тестирование/Основные схемно-режимные параметры электропередач СВН
основные сведения о ДЭП и их перспективы развития	ИД-4ПК-3	+	+								Тестирование/Основные сведения о ДЭП и их характеристики
методики расчета потерь активной мощности и энергии в ДЭП	ИД-5ПК-3			+				+	+	+	Тестирование/Способы оценки и повышения пропускной способности электропередач СВН
Уметь:											
определять параметры схемы замещения и рассчитывать режимы ДЭП	ИД-4ПК-3		+	+	+	+					Контрольная работа/Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН
рассчитывать потери активной мощности и энергии в ДЭП	ИД-5ПК-3				+						Контрольная работа/Расчет потерь мощности и энергии ДЭП

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

2 семестр

Форма реализации: Билеты (письменный опрос)

1. Основные сведения о ДЭП и их характеристики (Тестирование)
2. Основные схемно-режимные параметры электропередач СВН (Тестирование)
3. Способы оценки и повышения пропускной способности электропередач СВН (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Расчет потерь мощности и энергии ДЭП (Контрольная работа)
2. Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №2)

Итоговая оценка по курсу выставляется исходя из оценки за устный экзамен. Критерии выставления оценки на устном экзамене: Оценка «ОТЛИЧНО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание, который показал при ответе на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, что владеет материалом изученной дисциплины, свободно применяет свои знания для объяснения различных явлений и решения задач. Оценка «ХОРОШО» выставляется студенту, правильно выполнившему практическое задание и в основном правильно ответившему на вопросы экзаменационного билета и на дополнительные вопросы, но допустившему при этом не принципиальные ошибки. Оценка «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который в ответах на вопросы экзаменационного билета допустил существенные и даже грубые ошибки, но затем исправил их сам, а также не выполнил практическое задание из экзаменационного билета, но либо наметил правильный путь его выполнения, либо по указанию экзаменатора решил другую задачу из того же раздела дисциплины. Оценка «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» выставляется студенту, который: а) не ответил на вопросы экзаменационного билета и не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из билета; б) не смог решить, либо наметить правильный путь решения задачи из экзаменационного билета и другой задачи на тот же раздел дисциплины, выданной взамен нее; в) при ответе на дополнительные вопросы обнаружил незнание большого раздела экзаменационной программы.

В диплом выставляется оценка за 2 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Веников, В. А. Дальние электропередачи переменного и постоянного тока : Учебное пособие для электроэнергетических специальностей вузов / В. А. Веников, Ю. П. Рыжов . – М. : Энергоатомиздат, 1985 . – 272 с.;

2. Рыжов Ю.П.- "Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения", Издательство: "МЭИ", Москва, 2007 - (488 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383001585.html>.

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. СДО "Прометей";
2. Office / Российский пакет офисных программ;
3. Windows / Операционная система семейства Linux.

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

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-407, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-409, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-407, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-201, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	3-403/6, Кабинет сотрудников каф. "ТОЭ"	стеллаж, стол, стул, шкаф
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	3-403/5б, Помещение каф. "ТОЭ"	стул, шкаф

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Дальние линии электропередачи

(название дисциплины)

2 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Основные сведения о ДЭП и их характеристики (Тестирование)
- КМ-2 Основные схемно-режимные параметры электропередач СВН (Тестирование)
- КМ-3 Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН (Контрольная работа)
- КМ-4 Расчет потерь мощности и энергии ДЭП (Контрольная работа)
- КМ-5 Способы оценки и повышения пропускной способности электропередач СВН (Тестирование)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	6	10	12	14	15
1	Основные сведения о дальних линиях электропередачи (ДЭП)						
1.1	Основные сведения о дальних линиях электропередачи (ДЭП)		+				
2	Характеристики ДЭП переменного тока						
2.1	Характеристики ДЭП переменного тока		+		+		
3	Способы представления ДЭП в расчётных схемах						
3.1	Способы представления ДЭП в расчётных схемах			+	+		+
4	Расчет режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН.						
4.1	Расчет режимов электропередач СВН. Потери мощности и энергии в линиях СВН.			+	+	+	
5	Режим одностороннего включения линии СВН						
5.1	Режим одностороннего включения линии СВН			+	+		
6	Пропускная способность электропередач СВН						
6.1	Пропускная способность электропередач СВН						+
7	Гибкие линии переменного тока						
7.1	Гибкие линии переменного тока						+

8	Современное состояние и перспективы развития ДЭП					
8.1	Современное состояние и перспективы развития ДЭП					+
Вес КМ, %:		15	15	30	25	15