

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

Направление подготовки/специальность: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Электроэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Очная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б4.Ч.07.01
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 5;
Часов (всего) по учебному плану:	180 часов
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	8 семестр - 28 часа;
Лабораторные работы	8 семестр - 14 часов;
Консультации	8 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	8 семестр - 107,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Расчетно-графическая работа Тестирование Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	8 семестр - 0,5 часа;

Москва 2022

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н. Кузнецов

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Кузнецов О.Н.
	Идентификатор	Rf1ad9303-KuznetsovON-34bc149f

О.Н. Кузнецов

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: приобретение знаний о конструктивных особенностях, параметрах, режимах работы протяженных магистральных электропередач сверхвысокого напряжения, по которым передаются большие потоки энергии

Задачи дисциплины

- изучение конструктивного исполнения и физических процессов в линиях СВН;
- изучение математических моделей для представления электропередач СВН в расчетах;
- освоение методов расчетов режимов электропередач СВН и способов регулирования параметров электропередачи для введения режимов в допустимую область.

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 проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-2 _{ПК-1} Выбирает параметры электрооборудования, учитывая технические и экономические ограничения	знать: - схемно-режимные параметры протяженных электропередач СВН. уметь: - рассчитывать установившиеся нормальные и особые режимы работы электропередачи СВН.
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-3 _{ПК-1} Оценивает параметры режимов	знать: - способы представления параметров протяженных электропередач в расчетных схемах для обеспечения требуемого режима работы электропередач СВН и повышения их пропускной способности. уметь: - оценивать пропускную способность электропередачи СВН и влияние на нее различных технических устройств.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к факультативным дисциплинам основной профессиональной образовательной программе Электроэнергетика (далее – ОПОП), направления подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, уровень образования: высшее образование - бакалавриат.

Требования к входным знаниям и умениям:

- знать методы расчета режимов работы электроэнергетических систем и сетей различной конфигурации
- знать Теоретические основы электротехники
- знать основные параметры электрических режимов
- уметь рассчитывать установившиеся режимы электроэнергетических систем и сетей различной конфигурации
- уметь формировать уравнения электрической цепи в матричной форме
- 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 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	Раздел 1.	32	8	6	-	4	-	-	-	-	-	22	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по темам раздела.</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с. 10-60, 328-351 [2], с. 160-173 [3], п.1</p>	
1.1	Роль электропередач СВН в энергосистемах.	12		2	-	-	-	-	-	-	-	-	10		-
1.2	Особенности конструктивного исполнения линий СВН.	20		4	-	4	-	-	-	-	-	-	12		-
2	Раздел 2.	46		8	4	10	-	-	-	-	-	-	24		-
2.1	Основные электромагнитные характеристики протяженных линий электропередач	26		4	2	6	-	-	-	-	-	-	14		-
2.2	Способы представления протяженных линий в расчетных схемах	20		4	2	4	-	-	-	-	-	-	10		-
3	Раздел 3.	46		10	6	10	-	-	-	-	-	-	20		-
3.1	Особенности нормальных режимов электропередач СВН	28		6	4	6	-	-	-	-	-	-	12		-
3.2	Особые режимы электропередачи СВН	18	4	2	4	-	-	-	-	-	-	8	-		
4	Раздел 4.	20	4	4	4	-	-	-	-	-	-	8	-	<p><u>Самостоятельное изучение</u></p>	

4.1	Способы повышения пропускной способности электропередачи и новые типы электропередач	20		4	4	4	-	-	-	-	-	8	-	<u>теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по теме раздела "Способы повышения пропускной способности электропередачи и новые типы электропередач" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], с.272-286 [3], п.4
	Экзамен	36.0		-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	180.0		28	14	28	-	2	-	-	0.5	74	33.5	
	Итого за семестр	180.0		28	14	28	2	-	-	0.5		107.5		

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. Раздел 1.

1.1. Роль электропередач СВН в энергосистемах.

Роль электропередач СВН в энергосистемах. Задачи, которые решаются с их помощью в энергосистемах. Особенности линий СВН, их технические и экономические характеристики, требования, предъявляемые к этим линиям, краткий исторический обзор развития техники передачи энергии на расстояние. Электропередачи постоянного тока, области возможного применения. Применение электропередач СВН за рубежом..

1.2. Особенности конструктивного исполнения линий СВН.

Особенности конструктивного исполнения линий СВН и их параметры. Габариты линий СВН и факторы, их определяющие. Конструкция фазы, выбор ее оптимальных параметров. Влияние конструкции фазы на удельные электрические параметры линии и на ее пропускную способность..

2. Раздел 2.

2.1. Основные электромагнитные характеристики протяженных линий электропередач

Уравнения токов и напряжений, распределение токов и напряжений по линии. Учет распределенности параметров линии и волновых процессов при передаче электрической энергии. Круговые диаграммы мощностей начала и конца линии. Эпюры распределения тока, напряжения, реактивной мощности вдоль линии для различных режимов. Реактивные мощности концов линии при разных нагрузках, методы компенсации этих мощностей. Угловые характеристики линии..

2.2. Способы представления протяженных линий в расчетных схемах

Возможные способы представления протяженных линий в расчетных схемах. Связь параметров четырехполюсника с параметрами П- и Т-образной схемы замещения. Поправочные коэффициенты и их определение. Преобразование А.А. Горева, определение параметров схем замещения. Учет элементов с сосредоточенными параметрами. Замещение электропередачи эквивалентным четырехполюсником, определение его коэффициентов..

3. Раздел 3.

3.1. Особенности нормальных режимов электропередач СВН

Дополнительная информация и ее роль в уточнении исходной. способы получения и Методика и особенности расчета режимов наибольшей и наименьшей передаваемой мощности. Задачи и особенности расчета протяженных электропередач, способы задания исходной информации. Особенности расчета режима наибольших нагрузок электропередачи, оптимизация режима, выбор мощности и места установки компенсирующих устройств. Особенности расчета режимов малых нагрузок, загрузка генераторов и синхронных компенсаторов реактивной мощностью, стекающей с линии. Выбор мощности и места установки шунтирующих реакторов. Расчеты режимов линий с промежуточными отборами мощности, алгоритмы расчетов..

3.2. Особые режимы электропередачи СВН

Особые режимы электропередачи и мероприятия по их нормализации. Режим одностороннего включения протяженной линии, распределение напряжения и реактивной мощности, методы ограничения напряжений и компенсации реактивной мощности. Выбор

мощности и места установки шунтирующих реакторов. Самовозбуждение генераторов в этом режиме, условия, его вызывающие, и мероприятия по его устранению..

4. Раздел 4.

4.1. Способы повышения пропускной способности электропередачи и новые типы электропередач

Методы повышения пропускной способности линии. Понятие пропускной способности линии. Общая характеристика способов повышения пропускной способности. Продольная емкостная компенсация, выбор ее параметров, ее воздействие на режим линии, конструкция УПК. Новые типы электропередач. Управляемые линии переменного тока. Электропередачи постоянного тока, виды электропередачи постоянного тока, их структурные схемы, основные характеристики, области применения..

3.3. Темы практических занятий

1. Определение погонных волновых параметров и натуральной мощности ЛЭП СВН и оптимального шага расщепления для данной конструкции фазы;
2. Распределение напряжения и реактивной мощности по длине односторонне включенной линии. Построение эюр распределения напряжения и реактивной мощности при различных местах расположения промежуточной подстанции с реактором;
3. Расчет режима наименьшей передаваемой мощности;
4. Расчет режима наибольшей передаваемой мощности определение оптимального перепада напряжения;
5. Определение параметров схемы замещения электропередачи для различных моделей представления линии СВН;
6. Распределение значений режимных параметров по длине воздушной линии СВН и построение эюр напряжения, тока и реактивной мощности;
7. Определение параметров режима односторонне включенной линии. Режим синхронизации генератора на ГЭС. Режим одностороннего включения линии.

3.4. Темы лабораторных работ

1. Характерные режимы работы линии электропередачи с промежуточным отбором мощности;
2. Угловые характеристики мощности и режимные параметры некомпенсированной электропередачи СВН;
3. Предельная передаваемая мощность воздушной линии электропередач СВН и ее изменение применением продольной емкостной компенсации.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по темам раздела.
2. Обсуждение материалов по темам раздела.
3. Обсуждение материалов по темам раздела.
4. Обсуждение материалов по теме раздела.

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	
Знать:						
схемно-режимные параметры протяженных электропередач СВН	ИД-2ПК-1	+				Расчетно-графическая работа/Контроль выполнения первой части расчетного задания
способы представления параметров протяженных электропередач в расчетных схемах для обеспечения требуемого режима работы электропередач СВН и повышения их пропускной способности	ИД-3ПК-1		+			Лабораторная работа/Защита лабораторных работ Расчетно-графическая работа/Защита расчетно-графической работы Контрольная работа/Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН Тестирование/Тест «Основные схемно-режимные параметры электропередач СВН»
Уметь:						
рассчитывать установившиеся нормальные и особые режимы работы электропередачи СВН	ИД-2ПК-1			+		Лабораторная работа/Защита лабораторных работ Расчетно-графическая работа/Защита расчетно-графической работы Контрольная работа/Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН
оценивать пропускную способность электропередачи СВН и влияние на нее различных технических устройств	ИД-3ПК-1				+	Лабораторная работа/Защита лабораторных работ

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

8 семестр

Форма реализации: Выполнение задания

1. Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН (Контрольная работа)

Форма реализации: Обмен электронными документами

1. Тест «Основные схемно-режимные параметры электропередач СВН» (Тестирование)

Форма реализации: Соблюдение графика выполнения задания

1. Контроль выполнения первой части расчетного задания (Расчетно-графическая работа)

Форма реализации: Устная форма

1. Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)
2. Защита расчётно-графической работы (Расчетно-графическая работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №8)

Итоговая оценка по курсу выставляется исходя из оценки за устный экзамен.

В диплом выставляется оценка за 8 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Рыжов Ю.П.- "Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения", Издательство: "МЭИ", Москва, 2007 - (488 с.)
<https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785383001585.html>;
2. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян, [и др.] ; Ред. Д. Л. Файбисович . – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : ЭНАС, 2009 . – 392 с. - ISBN 978-5-931969-23-7 .;
3. Дальние электропередачи в примерах : учебное пособие по курсу "Дальние электропередачи сверхвысокого напряжения" / Г. К. Зарудский, Моск. энерг. ин-т (МЭИ), и др. ; Ред. Ю. П. Рыжов . – 1994 . – 87 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

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 Scopus - <http://www.scopus.com>
5. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
6. 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	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 лабораторных занятий	Д-2/15, Учебная лаборатория «Режимов Электрических систем»	стул, шкаф для хранения инвентаря, вешалка для одежды, лабораторный стенд, набор инструментов для профилактического обслуживания оборудования, запасные комплектующие для оборудования
	Д-201, Лаборатория Электродинамическая модель электрических систем	
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	НТБ-303, Компьютерный читальный зал	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
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

Электропередачи сверхвысокого напряжения

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контроль выполнения первой части расчетного задания (Расчетно-графическая работа)
- КМ-2 Тест «Основные схемно-режимные параметры электропередач СВН» (Тестирование)
- КМ-3 Расчет схемно-режимных параметров электропередач СВН (Контрольная работа)
- КМ-4 Защита расчётно-графической работы (Расчетно-графическая работа)
- КМ-5 Защита лабораторных работ (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	7	9	11	13	14
1	Раздел 1.						
1.1	Роль электропередач СВН в энергосистемах.		+				
1.2	Особенности конструктивного исполнения линий СВН.		+				
2	Раздел 2.						
2.1	Основные электромагнитные характеристики протяженных линий электропередач			+	+	+	+
2.2	Способы представления протяженных линий в расчетных схемах			+	+	+	+
3	Раздел 3.						
3.1	Особенности нормальных режимов электропередач СВН				+	+	+
3.2	Особые режимы электропередачи СВН				+	+	+
4	Раздел 4.						
4.1	Способы повышения пропускной способности электропередачи и новые типы электропередач						+
Вес КМ, %:			10	10	30	25	25