

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

Направление подготовки: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Наименование образовательной программы: Электроснабжение
Уровень образования: бакалавриат
Форма обучения: очная



**Рабочая программа дисциплины
ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ**

Блок	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы	Формируемые участниками образовательных отношений
Индекс дисциплины по учебному плану	Б1.В.19
Трудоемкость в зачетных единицах	8 семестр – 2
Часов (всего) по учебному плану	72
Лекции	8 семестр – 28 часа;
Практические занятия	8 семестр – 14 часов;
Лабораторные работы	учебным планом не предусмотрены
Консультации по курсовому проекту/ работе:	
групповые	учебным планом не предусмотрены
индивидуальные	учебным планом не предусмотрены
Самостоятельная работа	8 семестр – 29,7 часов;
включая:	
РГР	учебным планом не предусмотрены
курсовые проекты/работы	учебным планом не предусмотрены
Промежуточная аттестация:	
зачет с оценкой	8 семестр – 0,3 часов

Душанбе 2025

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

к.т.н., старший преподаватель
(должность, ученая степень, ученое звание)

Кафедра электроэнергетика



(подпись)

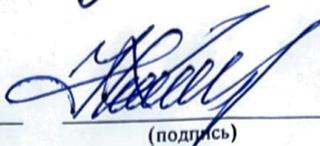
У.Т. Ходжаева

(расшифровка подписи)

Заведующий кафедрой

(название кафедры)

Кафедра электроэнергетика



(подпись)

Х.Б Назиров

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины изучение вопросов организации эксплуатации, обслуживания, ремонта, испытаний и диагностики оборудования электросетевых объектов номинальным напряжением до 220 кВ.

Задачи дисциплины

- изучение нормативно-правовой базы в области эксплуатации систем электроснабжения;
- изучение физических процессов, возникающих в процессе эксплуатации электрооборудования;
- изучение методов оценки состояния электрооборудования;
- изучение принципов организации технического обслуживания и ремонта электрооборудования;
- приобретение навыков выполнения переключений в системах электроснабжения.

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
<p>ПК-1 Способен участвовать в проектировании систем электроснабжения объектов</p>	<p>ИД-5пк-1 Демонстрирует понимание взаимосвязи задач проектирования, расчета режимов и эксплуатации системы электроснабжения объекта</p>	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основные требования нормативных документов при организации эксплуатации систем электроснабжения; - методы оценки состояния и допустимых режимов работы электрооборудования; - методы определения мест повреждения оборудования; - основные процедуры при выполнении переключений в системах электроснабжения; - основные требования при работе с персоналом организаций, отвечающих за эксплуатацию систем электроснабжения; <p>уметь:</p>

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Запланированные результаты обучения
		– оформлять типовую техническую документацию при организации эксплуатации систем электроснабжения;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина базируется на следующих дисциплинах: "Электротехническое материаловедение", "Электрические машины", "Электрические станции и подстанции", "Электроэнергетические системы и сети".
 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 2 зачетных единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел дисциплины. Форма промежуточной аттестации (по семестрам)	Всего часов на раздел	Семестр	Распределение трудоемкости раздела (в часах) по видам учебной работы						СР	Контроль	Содержание самостоятельной работы (с указанием № источника по п. 5.1 и страниц в нем)
				Контактная								
				Лек	Пр	Лаб	КПР	ИККП	ПА			
1	Общие требования к организации эксплуатации систем электроснабжения	8	8	4	-	-	-	-	-	4	-	[1] стр. 8-18 [3] п.1
2	Организация работ по техническому обслуживанию линий электропередачи и оборудования подстанций	14	8	6	4	-	-	-	-	4	-	[2] стр. 61-90
3	Методы диагностики состояния линий электропередачи и оборудования подстанций	16	8	8	4	-	-	-	-	4	-	[1] стр. 213-267
4	Организация оперативного технологического управления	16	8	6	4	-	-	-	-	6	-	[3] п.6
5	Требования к работе с персоналом систем электроснабжения	17,7	8	4	2	-	-	-	-	11,7	-	[4]
	Зачет с оценкой	0,3	8							0,3	-	Зачет по совокупности результатов текущего контроля успеваемости
	Итого:	72	8	28	14	-	-	-	0,3	29,7	-	

Примечание: Лек – лекции; Пр – практические занятия; Лаб – лабораторные работы; КПР – аудиторные консультации по курсовым проектам/работам; ИККП – индивидуальные консультации по курсовым проектам/работам; ПА – промежуточная аттестация; СР – самостоятельная работа студента.

3.2. Краткое содержание разделов

8 семестр

1. Общие требования к организации эксплуатации систем электроснабжения

Функции предприятия, эксплуатирующего системы электроснабжения. Нормативно-правовая база в области эксплуатации систем электроснабжения. Основные понятия, термины, определения. Общие подходы к организации системы эксплуатации. Структура контроля системы электроснабжения. Основные положения и задачи организации эксплуатации. Приемка в эксплуатацию оборудования и сооружений, в том числе после ремонта. Виды технического обслуживания и ремонтов (текущей, средней, аварийно-восстановительной). Системы планирования технического обслуживания и ремонта. Требования к персоналу, технический контроль, техническая документация. Проекты производства работ и организационно-технологические карты. Централизованный и децентрализованный аварийный запас материалов и оборудования, его содержание, хранение, расходование и ротация. Показатели надежности систем электроснабжения.

2. Организация работ по техническому обслуживанию линий электропередачи и оборудования подстанций

Классификация электрических подстанций. Обслуживание оборудования подстанций (силовых трансформаторов, коммутационных аппаратов, элементов распределительных устройств). Фазировка электрического оборудования. Главные электрические схемы подстанций. Техническое освидетельствование. Ведение документации: местные инструкции, карты присоединения, паспорта, фиксация дефектов и их устранение.

Планирование работ на воздушных линиях и оформление документации. Технические требования и допуски. Ремонт опор, проводов, тросов. Ремонт изолирующих подвесок, арматуры, чистка изоляции. Методы предупреждения гололедообразования. Охрана воздушных линий. Паспорт воздушных линий. Молниезащита. Подвеска оптоволоконных линий связи. Осмотры и листки осмотров. Основные дефекты и их фиксация. Дефектные ведомости. Гасители вибраций. Контроль габаритов воздушных линий. Наведенное напряжение. Содержание просеков воздушных линий при прохождении по лесным массивам.

Конструкция кабелей и кабельной арматуры. Способы прокладки кабельных линий. Построение кабельных сетей. Приемка и ввод кабельной линии в эксплуатацию. Осмотры кабельных линий. Эксплуатационная документация кабельных линий. Допустимые режимы работы кабельных линий. Теория электрохимической коррозии металлов. Подземная коррозия металлов (почвенная коррозия, коррозия блуждающими токами, биокоррозия, виды коррозионных повреждений и их классификация). Защита подземных сооружений от коррозии (защита изолирующими покровами и покрытиями, изолирующие муфты, электрический дренаж, катодная защита, протекторная защита, комплексная защита).

3. Методы диагностики состояния линий электропередачи и оборудования подстанций

Контроль нагрузки оборудования подстанций. Применение средств тепловизионного контроля для оценки состояния оборудования подстанций. Хромотографический анализ масла силового трансформатора. Оценка состояния системы заземления подстанции. Оценка состояния коммутационного оборудования. Оценка состояния шинпровода. Оценка состояния аккумуляторных батарей и систем постоянного оперативного тока. Измерение частичных разрядов. Оборудование и установки (лаборатории) для диагностики. Системы мониторинга состояния оборудования.

Характерные неисправности на воздушных линиях. Осмотры воздушных линий. Проверка расстояния проводов до поверхности земли и различных объектов. Проверка положения опор. Проверка антикоррозионного покрытия металлических опор и подожников. Проверка загнивания древесины опор. Проверка состояния проводов и грозозащитных тросов. Проверка состояния подвесок и арматуры. Проверка состояния

заземляющих устройств опор. Аппаратура для проведения диагностики воздушных линий. Измерение наведенного напряжения.

Определение целостности жил и правильности выполненной маркировки. Фазировка кабелей. Измерение заземления. Испытание кабельных линий повышенным напряжением выпрямленного тока. Испытание повышенным напряжением промышленной частоты. Измерение блуждающих токов. Контроль осушения изоляции вертикальных и крутонаклонных участков трассы кабеля. Контроль теплового режима работы кабеля. Применение оптоволоконна для контроля теплового режима кабельной линии. Испытания кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена 6-35 кВ напряжением низкой частоты. Испытания оболочек кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена 6-220 кВ.

Виды повреждений линий. Определение характера повреждения. Методы определения места повреждения (индукционный метод, акустический метод, импульсный метод, метод колебательного разряда, петлевой метод). Современные средства определения мест повреждения.

4. Организация оперативного технологического управления

Общие положения. Структура: Системный оператор, центры управления сетями, дежурство на подстанциях, выездные бригады. Оперативное управление и оперативное ведение электросетевыми объектами. Порядок вывода оборудования в ремонт, подача заявок. Организация работ по нарядам и распоряжениям. Оперативные и технологические блокировки. Распоряжения о переключениях и порядок их выполнения. Последовательность типовых операций. Последовательность операций при включении и отключении электрических цепей. Вывод выключателей в ремонт и ввод их в работу после ремонта.

Порядок организации работ при ликвидации аварий. Причины возникновения аварийных ситуаций в электрических сетях и действия персонала по их устранению. Предупреждение отказов оборудования. Действия персонала при аварийном отключении оборудования.

Оперативные схемы. Оперативные журналы. Бланки переключений.

5. Требования к работе с персоналом систем электроснабжения

Персонал и эксплуатация. Требования к компетентности специалистов, отвечающих за обслуживание системы электроснабжения. Подготовка персонала по новой должности. Допуск к самостоятельной работе. Контрольные тренировки.

3.3. Темы практических занятий

8 семестр

Порядок и последовательность выполнения оперативных переключений на подстанциях (2 часа).

Методы диагностики состояния оборудования электрических подстанций (4 часа).

Методы диагностики состояния воздушных линий электропередачи (2 часа).

Методы диагностики состояния кабельных линий электропередачи (2 часа).

Определение мест повреждения линий электропередачи (2 часа).

Разработка модели компетенций специалистов, работающих на предприятиях электроэнергетического комплекса (2 часа).

3.4. Темы лабораторных работ: «Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены».

3.5. РГР «Учебным планом не предусмотрены»

3.6. Тематика курсовых проектов/курсовых работ: «Курсовые проекты и курсовые работы учебным планом 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	
Знать:							
основные требования нормативных документов при организации эксплуатации систем электроснабжения	ИД-5пк-1	X					Тест «Нормативные требования при организации эксплуатации систем электроснабжения»
методы оценки состояния и допустимых режимов работы электрооборудования	ИД-5пк-1		X				Тест «Методы оценки состояния электрооборудования»
методы определения мест повреждения оборудования	ИД-5пк-1			X			Тест «Методы определения мест повреждения»
основные процедуры при выполнении переключений в системах электроснабжения	ИД-5пк-1				X		Контрольная работа «Оперативные переключения в системах электроснабжения»
основные требования при работе с персоналом организаций, отвечающих за эксплуатацию систем электроснабжения;	ИД-5пк-1					X	Тест «Основные требования при работе с персоналом»
Уметь:							
оформлять типовую техническую документацию при организации эксплуатации систем электроснабжения	ИД-5пк-1				X		Контрольная работа «Правила оформления типовой технической документации при организации эксплуатации»

4. КОМПЕТЕНТНО-ОРИЕНТИРОВАННЫЕ ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

4.1. Текущий контроль успеваемости по дисциплине: 8 семестр

– тестирование:

1. Нормативные требования при организации эксплуатации систем электроснабжения
2. Методы оценки состояния электрооборудования
3. Методы определения мест повреждения
4. Основные требования при работе с персоналом

– контрольные работы:

1. Оперативные переключения в системах электроснабжения.
2. Правила оформления типовой технической документации при организации эксплуатации

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2. Промежуточная аттестация по дисциплине (части дисциплины): 8 семестр

Зачет с оценкой.

Оценка определяется по совокупности результатов текущего контроля успеваемости в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ».

В приложение к диплому выносятся 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. Эксплуатация линий электропередачи напряжением 110 кВ и выше: учебно-методическое пособие/ Д.Б. Гвоздев, В.Н. Тульский, Р.Р. Насыров и др.; под общ. Ред. Д.Б. Гвоздева и В.Н. Тульского. – М.: ЦПУ Радуга, 2017. – 416 с.

2. Эксплуатация электрооборудования: учебник / Г.А. Кириллов, Я.М. Кашин. – М.: Издательство МЭИ, 2018. – 488 с.

3. Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ. Утверждены Приказом Минэнерго РФ от 19 июня 2003 г. N 229. С изменениями и дополнениями. (<http://ivo.garant.ru/#/document/186039/paragraph/1225/highlight/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%BE%D0%B9%20%D1%8D%D0%BA%D1%81%D0%BF%D0%BB%D1%83%D0%B0%D1%82%D0%B0%D1%86%D0%B8%D0%B9%20%D1%81%D0%BA%D0%B8%D1%85%20%D1%81%D1%82%D0%B0%D0%BD%D1%86%D0%B8%D0%B9%20%D0%B8%20%D1%81%D0%B5%D1%82%D0%B5%D0%B9%20%D0%A0%D0%A4:1>)

4. Правила работы с персоналом в организациях электроэнергетики РФ (Приказ Минтопэнерго РФ от 19 февраля 2000 г. N 49) (<http://ivo.garant.ru/#/document/181834/paragraph/682/highlight/%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%B2%D0%B8%D0%BB%D0%B0%20%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D1%8B%20%D1%81%20%D0%BF%D0%B5%D1%80%D1%81%D0%BE%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D0%BE%D0%BC%20%D0%B2%20%D0%BE%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B8%D0%B7%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F%D1%85%20%D1%8D%20%D0%B8%D0%B9%20%D0%A0%D0%A4:1>)

5.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение: не требуется

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

Университетская информационная система «РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru>

Справочно-правовая система «Консультант+» <http://www.consultant-urist.ru>

Справочно-правовая система «Гарант» <http://www.garant.ru>

База данных Web of Science <https://apps.webofknowledge.com/>

База данных Scopus <https://www.scopus.com>

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

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

База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>

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

Базы данных Министерства экономического развития РФ <http://www.economy.gov.ru>

База открытых данных Росфинмониторинга <http://www.fedsfm.ru/opendata>

Электронная база данных «Издательство Лань» <https://e.lanbook.com>

Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» <https://нэб.рф>

Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» <https://openedu.ru>

Электронная база данных "Polpred.com Обзор СМИ" <https://www.polpred.com>

Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии <http://protect.gost.ru/>

Электронная библиотека МЭИ <https://ntb.mpei.ru/e-library/index.php>.

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

В качестве материально-технического обеспечения дисциплины используются мультимедийные средства.

На лекциях и практических занятиях используются наглядные пособия:

- образцы кабелей с бумажно-масляной и полимерной изоляцией;
- кабельные муфты различного типа и их отдельные элементы;
- трансформатор 6/0,4 кВ в разрезе;
- изоляторы и арматура воздушных линий электропередачи;
- макеты подстанций различного типа.

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ ЭКСПЛУАТАЦИЯ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Тест «Нормативные требования при организации эксплуатации систем электроснабжения»
- КМ-2 Тест «Методы оценки состояния электрооборудования»
- КМ-3 Тест «Методы определения мест повреждения»
- КМ-4 Контрольная работа «Оперативные переключения в системах электроснабжения»
- КМ-5 Контрольная работа «Правила оформления типовой технической документации при организации эксплуатации»
- КМ-6 Тест «Основные требования при работе с персоналом»

Вид промежуточной аттестации – зачет с оценкой

Трудоемкость дисциплины = 2 з.е. (без учета КП/КР)

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ –1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	6	8	10	12	12
1	Общие требования к организации эксплуатации систем электроснабжения		+					
2	Организация работ по техническому обслуживанию линий электропередачи и оборудования подстанций			+				
3	Методы диагностики состояния линий электропередачи и оборудования подстанций				+			
4	Организация оперативного технологического управления					+	+	
5	Требования к работе с персоналом систем электроснабжения							+
Вес КМ, %:			10	20	20	20	20	10