

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

Направление подготовки/специальность: 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Наименование образовательной программы: Управление высоковольтными электроэнергетическими объектам и комплексами

Уровень образования: высшее образование - магистратура

Форма обучения: Очная


Рабочая программа дисциплины
ЭКСПЛУАТАЦИЯ ВЫСОКОВОЛЬТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.05
Трудоемкость в зачетных единицах:	3 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	3 семестр - 16 часов;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	3 семестр - 16 часов;
Консультации	3 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	3 семестр - 109,5 часов;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Контрольная работа Лабораторная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	3 семестр - 0,5 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:


Преподаватель

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Жуликов С.С.
	Идентификатор	R80c76a64-ZhulikovSS-42c2a72f

С.С. Жуликов


СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Аграпонова Н.Л.
	Идентификатор	R5cb2904d-DemchenkoNL-737fe09

Н.Л.
Аграпонова

Заведующий выпускающей
кафедрой

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Темников А.Г.
	Идентификатор	Ra0abb123-TemnikovAG-2d4db00

А.Г. Темников

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: заключается в изучении высоковольтного оборудования объектов энергетики, методов и технических средств его диагностики, мероприятий по повышению надежности и снижению аварийности объектов энергетики

Задачи дисциплины

- формирование знания высоковольтного оборудования объектов энергетики, его устройства, принципа действия, выполняемых функций;
- изучение технических средств и методов диагностики высоковольтного оборудования в процессе эксплуатации, контролируемых параметров с учетом требований нормативно-технической документации;
- овладение анализом причин ухудшения параметров высоковольтного оборудования и способами повышения его надежности для снижения аварийности объектов энергетики..

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 принимать участие в проведении научных исследований в области объектов профессиональной деятельности (высоковольтных энергетических объектов и комплексов)	ИД-3ПК-1 Демонстрирует понимание научных проблем в области функционирования высоковольтных энергетических объектов	знать: - методы и технические средства испытаний и диагностики ВО, контролируемые параметры и нормированные значения в соответствии с нормативно-технической документацией (НТД). уметь: - разрабатывать способы и мероприятия по повышению надежности ВО и реализовывать их на практике.
ПК-2 Способен применять методы анализа, разрабатывать и обосновывать управленческие, проектные и технические решения при проектировании и эксплуатации объектов профессиональной деятельности (высоковольтных энергетических объектов и комплексов)	ИД-3ПК-2 Демонстрирует знания в области управления проектами, технико-экономического обоснования проектных решений и управления персоналом на высоковольтных энергетических объектах	знать: - виды и типы высоковольтного оборудования (ВО), применяемого на объектах энергетики, их устройство и основной принцип действия, выполняемые функции; - наиболее характерные дефекты, выявляемые при диагностике ВО, причины ухудшения параметров ВО и последствия, к которым они могут привести. уметь: - определять параметры ВО объектов энергетики с учётом требований НТД и проводить анализ причин их ухудшения.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к основной профессиональной образовательной программе Управление высоковольтными электроэнергетическими объектам и комплексами (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 4 зачетных единицы, 144 часа.

№ 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	Трансформаторное оборудование и изоляторы	30	3	6	4	-	-	-	-	-	-	20	-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Проработка лекционного материала, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы №2 "Испытание опорных и проходных изоляторов"</p> <p><u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Трансформаторное оборудование и изоляторы", подготовка к контрольной работе №1 "Силовые трансформаторы: типы, конструктивное исполнение, особенности эксплуатации, жизненный цикл"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], 84-107 [2], 658-712 [3], 74-103 [4], 658-712</p>		
1.1	Трансформаторное оборудование и изоляторы	30		6	4	-	-	-	-	-	-	20	-			
2	Высоковольтные кабели	21		2	4	-	-	-	-	-	-	-	15		-	<p><u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Проработка лекционного материала, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы №1 "Методы и техника профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования"</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], 713-718 [3], 208-216</p>
2.1	Высоковольтные кабели	21		2	4	-	-	-	-	-	-	-	15		-	

													[4], 713-718 [5], 5-98
3	Коммутационное оборудование и комплектные распределительные устройства	24	4	4	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Проработка лекционного материала, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы №3 "Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования"
3.1	Коммутационное оборудование и комплектные распределительные устройства	24	4	4	-	-	-	-	-	-	16	-	
4	Устройства защиты от перенапряжений	21	2	4	-	-	-	-	-	-	15	-	<u>Подготовка к лабораторной работе:</u> Проработка лекционного материала, выполнение и подготовка к защите лабораторной работы №4 "Испытание ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)" <u>Изучение материалов литературных источников:</u> [3], 284-307 [6], 64-111
4.1	Устройства защиты от перенапряжений	21	2	4	-	-	-	-	-	-	15	-	
5	Системы мониторинга высоковольтного оборудования	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	<u>Подготовка к контрольной работе:</u> Изучение материалов по разделу "Системы мониторинга высоковольтного оборудования", подготовка к контрольной работе №2 "Системы мониторинга высоковольтного оборудования"
5.1	Системы мониторинга высоковольтного оборудования	12	2	-	-	-	-	-	-	-	10	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	2	-	-	0.5	-	33.5	
	Всего за семестр	144.0	16	16	-	-	2	-	-	0.5	76	33.5	
	Итого за семестр	144.0	16	16	-	-	2	-	-	0.5	109.5		

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. Трансформаторное оборудование и изоляторы

1.1. Трансформаторное оборудование и изоляторы

Типы силовых трансформаторов, их конструктивное исполнение и особенности эксплуатации. Жизненный цикл трансформатора, понятие остаточного ресурса. Основные цели диагностики, виды и периодичность испытаний. Виды дефектов, причины возникновения, развитие дефектов в процессе эксплуатации. Комплексное диагностическое обследование трансформаторов. Физико-химический анализ масла, хроматографический анализ растворенных в масле газов. Электрические испытания. Методы определения степени старения бумажной изоляции. Маркеры старения. Методы мембранной фильтрации и ИК-спектроскопии. Методы измерения частичных разрядов. Акустическое, вибрационное и тепловизионное обследования. Измерительные трансформаторы тока и напряжения. Конструктивное исполнение. Объем и нормы испытаний. Изоляторы. Конструктивное исполнение. Объем и нормы испытаний. Характерные дефекты и причины их возникновения при эксплуатации..

2. Высоковольтные кабели

2.1. Высоковольтные кабели

Типы высоковольтных кабелей, их конструктивное исполнение и особенности эксплуатации. Жизненный цикл кабеля. Объем и нормы испытаний. Виды дефектов, причины их возникновения, развитие дефектов в процессе эксплуатации. Мобильные установки для испытания высоковольтных кабелей. Методы испытания кабелей: на сверхнизкой частоте, на частоте 20-300 Гц, с помощью демпфированного переменного напряжения, методом 24-часового воздействия рабочего напряжения. Преимущества и недостатки методов. Методы измерения частичных разрядов в кабелях..

3. Коммутационное оборудование и комплектные распределительные устройства

3.1. Коммутационное оборудование и комплектные распределительные устройства

Коммутационные защитные аппараты: масляные, воздушные, вакуумные и элегазовые выключатели. Конструктивное исполнение и эксплуатационные характеристики. Методы контроля состояния, объем и нормы испытаний. Разъединители, отделители и короткозамыкатели. Конструктивное исполнение. Нормы испытаний. 2 Виды комплектных распределительных устройств (КРУ), особенности их конструкции и эксплуатации. Типы коммутационных аппаратов, применяемые в КРУ внутренней установки, их достоинства и недостатки. КРУ с твердой изоляцией, достоинства и недостатки. Методика рентгенографического обследования высоковольтных выключателей.

4. Устройства защиты от перенапряжений

4.1. Устройства защиты от перенапряжений

Искровые промежутки, роговые, трубчатые и вентильные разрядники. Конструктивное исполнение. Объем и нормы испытаний. Ограничители перенапряжений нелинейные без искровых промежутков (ОПН). Характерные дефекты ОПН и причины их возникновения..

5. Системы мониторинга высоковольтного оборудования

5.1. Системы мониторинга высоковольтного оборудования

Системы мониторинга (СМ) высоковольтного оборудования. Основная цель использования СМ. Структура и принцип действия. Анализ результатов мониторинга.. Перевод оборудования на обслуживание по техническому состоянию..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Лабораторная работа №1 «Методы и техника профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования»;
2. Лабораторная работа №4 «Испытание ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)»;
3. Лабораторная работа №2 «Испытание опорных и проходных изоляторов»;
4. Лабораторная работа №3 «Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования».

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов раздела "Трансформаторное оборудование и изоляторы"
2. Обсуждение материалов раздела "Высоковольтные кабели"
3. Обсуждение материалов раздела "Коммутационное оборудование и комплектные распределительные устройства"
4. Обсуждение материалов раздела "Устройства защиты от перенапряжений"
5. Обсуждение материалов раздела "Системы мониторинга высоковольтного оборудования"

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	
Знать:							
методы и технические средства испытаний и диагностики ВО, контролируемые параметры и нормированные значения в соответствии с нормативно-технической документацией (НТД)	ИД-3ПК-1	+	+	+		+	<p>Контрольная работа/Контрольная работа «Силовые трансформаторы: типы, конструктивное исполнение, особенности эксплуатации, жизненный цикл»</p> <p>Лабораторная работа/Лабораторная работа №1 «Методы и техника профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования»</p> <p>Лабораторная работа/Лабораторная работа №2 «Испытание опорных и проходных изоляторов»</p> <p>Лабораторная работа/Лабораторная работа №3 «Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования»</p>
наиболее характерные дефекты, выявляемые при диагностике ВО, причины ухудшения параметров ВО и последствия, к которым они могут привести	ИД-3ПК-2	+	+	+		+	<p>Контрольная работа/Контрольная работа «Силовые трансформаторы: типы, конструктивное исполнение, особенности эксплуатации, жизненный цикл»</p> <p>Лабораторная работа/Лабораторная работа №1 «Методы и техника профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования»</p> <p>Лабораторная работа/Лабораторная работа №2 «Испытание опорных и проходных изоляторов»</p>

						Лабораторная работа/Лабораторная работа №3 «Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования»
виды и типы высоковольтного оборудования (ВО), применяемого на объектах энергетики, их устройство и основной принцип действия, выполняемые функции	ИД-3ПК-2	+	+	+	+	Контрольная работа/Контрольная работа «Силовые трансформаторы: типы, конструктивное исполнение, особенности эксплуатации, жизненный цикл» Лабораторная работа/Лабораторная работа №1 «Методы и техника профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования» Лабораторная работа/Лабораторная работа №2 «Испытание опорных и проходных изоляторов» Лабораторная работа/Лабораторная работа №3 «Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования»
Уметь:						
разрабатывать способы и мероприятия по повышению надежности ВО и реализовывать их на практике	ИД-3ПК-1					+ Контрольная работа/Контрольная работа «Системы мониторинга высоковольтного оборудования» Лабораторная работа/Лабораторная работа №4 «Испытание ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)»
определять параметры ВО объектов энергетики с учётом требований НТД и проводить анализ причин их ухудшения	ИД-3ПК-2	+	+	+	+	+ Контрольная работа/Контрольная работа «Системы мониторинга высоковольтного оборудования» Лабораторная работа/Лабораторная работа №4 «Испытание ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)»

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: Защита задания

1. Лабораторная работа №1 «Методы и техника профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования» (Лабораторная работа)
2. Лабораторная работа №2 «Испытание опорных и проходных изоляторов» (Лабораторная работа)
3. Лабораторная работа №3 «Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования» (Лабораторная работа)
4. Лабораторная работа №4 «Испытание ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)» (Лабораторная работа)

Форма реализации: Письменная работа

1. Контрольная работа «Силовые трансформаторы: типы, конструктивное исполнение, особенности эксплуатации, жизненный цикл» (Контрольная работа)
2. Контрольная работа «Системы мониторинга высоковольтного оборудования» (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №3)

Оценка определяется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе для студентов НИУ «МЭИ» на основании семестровой и аттестационной составляющих.

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. Быстрицкий, Г. Ф. Выбор и эксплуатация силовых трансформаторов : Учебное пособие для вузов по специальности 181300 - Электрооборудование и электрохозяйство предприятий, организаций и учреждений направления 654000 - Электротехника, электромеханика и электротехнологии для средних специальных учреждений по специальностям 1000 - Энергетика, 1800 - Электротехника, 2913 - Монтаж, наладка и эксплуатация электрооборудования промышленных и гражданских зданий / Г. Ф. Быстрицкий, Б. И. Кудрин . – М. : Академия, 2003 . – 176 с. – (Высшее образование) . - ISBN 5-7695-1143-5 .;
2. Бортник И.М. , Белогловский А. А., Верещагин И. П., Вершинин Ю. Н.- "Электрофизические основы техники высоких напряжений", Издательство: "Издательский дом МЭИ", Москва, 2016 - (704 с.)
[http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72343;](http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=72343)

3. Техника высоких напряжений : Учебник для электротехнических и электроэнергетических специальностей вузов / Л. Ф. Дмоховская, и др. ; Общ. ред. Д. В. Разевиг . – 2-е изд., перераб. и доп . – М. : Энергия, 1976 . – 488 с.;
4. Электрофизические основы техники высоких напряжений : учебник для вузов по направлению "Электроэнергетика" / И. М. Бортник, [и др.], Нац. исслед. ун-т "МЭИ" (НИУ"МЭИ") ; общ. ред. И. П. Верещагин . – 3-е изд., перераб. и доп . – М. : Изд-во МЭИ, 2018 . – 732 с. - Победитель Всероссийского конкурса рукописей учебной, научно-технической и справочной литературы по энергетике 2017 года . - ISBN 978-5-7046-1938-3 . <http://elib.mpei.ru/elib/view.php?id=10742>;
5. Ларина, Э. Т. Силовые кабели и кабельные линии : Учебное пособие для втузов по специальности "Электроизоляционная и кабельная техника" / Э. Т. Ларина . – М. : Энергия, 1984 . – 368 с.;
6. Ограничители перенапряжений в электроустановках 6-750 кВ : Методическое и справочное пособие / М. А. Аронов, и др. – М. : Знак, 2001 . – 240 с..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Windows / Операционная система семейства Linux;
3. 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 ВИНТИ online - <http://www.viniti.ru/>
5. База данных журналов издательства Elsevier - <https://www.sciencedirect.com/>
6. Электронные ресурсы издательства Springer - <https://link.springer.com/>
7. База данных Web of Science - <http://webofscience.com/>
8. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
9. Национальная электронная библиотека - <https://rusneb.ru/>
10. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
11. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>
12. Национальный портал онлайн обучения «Открытое образование» - <https://openedu.ru>
13. Официальный сайт Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии - <http://protect.gost.ru/>
14. 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	Г-200, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, трибуна, мультимедийный проектор, экран
	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения практических	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая

занятий, КР и КП	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	ВВ Зал, Лаборатория каф. ТЭВН	стеллаж, стол, стул, оборудование для экспериментов, оборудование учебное
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-207, 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	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Д-12, Кладовая	стеллаж, стол, стул

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Эксплуатация высоковольтного оборудования

(название дисциплины)

3 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

- КМ-1 Контрольная работа «Силовые трансформаторы: типы, конструктивное исполнение, особенности эксплуатации, жизненный цикл» (Контрольная работа)
- КМ-2 Контрольная работа «Системы мониторинга высоковольтного оборудования» (Контрольная работа)
- КМ-3 Лабораторная работа №1 «Методы и техника профилактических испытаний изоляции высоковольтного оборудования» (Лабораторная работа)
- КМ-4 Лабораторная работа №2 «Испытание опорных и проходных изоляторов» (Лабораторная работа)
- КМ-5 Лабораторная работа №3 «Тепловизионный контроль высоковольтного оборудования» (Лабораторная работа)
- КМ-6 Лабораторная работа №4 «Испытание ограничителей перенапряжений нелинейных (ОПН)» (Лабораторная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5	КМ-6
		Неделя КМ:	4	8	10	12	14	15
1	Трансформаторное оборудование и изоляторы							
1.1	Трансформаторное оборудование и изоляторы		+	+	+	+	+	+
2	Высоковольтные кабели							
2.1	Высоковольтные кабели		+	+	+	+	+	+
3	Коммутационное оборудование и комплектные распределительные устройства							
3.1	Коммутационное оборудование и комплектные распределительные устройства		+	+	+	+	+	+
4	Устройства защиты от перенапряжений							
4.1	Устройства защиты от перенапряжений		+	+	+	+	+	+
5	Системы мониторинга высоковольтного оборудования							
5.1	Системы мониторинга высоковольтного оборудования		+	+	+	+	+	+
Вес КМ, %:			20	15	15	20	15	15

