

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

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)

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;
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://elibr.mpei.ru/elibr/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://elibr.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 занятий, КР и КП	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для	Д-207, Учебная	парта со скамьей, стол преподавателя,

проведения лабораторных занятий	аудитория	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)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4	КМ-5
		Неделя КМ:	4	8	10	12	14
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	20	20	20	20