

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: Гидроэнергетика

Уровень образования: высшее образование - бакалавриат

Форма обучения: Заочная

Рабочая программа дисциплины
ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЕ


Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.01.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	7 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	7 семестр - 8 часов;
Практические занятия	7 семестр - 4 часа;
Лабораторные работы	не предусмотрено учебным планом
Консультации	7 семестр - 2 часа;
Самостоятельная работа	7 семестр - 128,5 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	7 семестр - 1,2 часа;
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Экзамен	7 семестр - 0,3 часа;

Москва 2023

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rsa486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной
программы

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Пугачев Р.В.
	Идентификатор	Rf46e5256-PugachevRV-eb46307e


(подпись)

Р.В. Пугачев

(расшифровка подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое
звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шестопалова Т.А.
	Идентификатор	Rsa486bb1-ShestopalovaTA-2b9205

(подпись)

Т.А.

Шестопалова

(расшифровка подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: изучение режимов работы систем электроснабжения промышленных и гражданских зданий и методов проектирования систем электроснабжения

Задачи дисциплины

- изучение физических основ формирования режимов электропотребления;
- освоение основных методов расчета интегральных характеристик режимов и показателей качества электроснабжения;
- освоение методов выбора проводников кабельных и воздушных линий, оборудования систем электроснабжения;
- изучение методов достижения заданного уровня надежности оборудования систем 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
ПК-1 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-1 _{ПК-1} знает характеристики элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов	знать: - методы расчетов токов короткого замыкания и методы проверки выбранного оборудования систем электроснабжения и проводников на действие токов КЗ.
ПК-1 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-2 _{ПК-1} умеет формировать прогнозы потребления электроэнергии и мощности	уметь: - пользоваться нормативной документацией, применяемой при проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства.
ПК-1 Способен применять знание особенностей и характеристик элементов электроэнергетических систем и электротехнических комплексов, способов производства, транспорта и использования электроэнергии	ИД-3 _{ПК-1} знает способы производства, транспорта и использования электроэнергии	знать: - методики, применяемые в расчетах систем электроснабжения промышленных объектов и объектах строительства и жилищно-коммунального хозяйства; - методы выбора основного и вспомогательного оборудования систем электроснабжения и проводников воздушных и кабельных линий.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

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

Базируется на уровне среднего общего образования.

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	Общие сведения о системах электроснабжения различных групп потребителей	23.8	7	2	-	2	-	0.4	-	0.4	-	19	-	<p><u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Работа ориентирована на изучение теоретического материала по пройденной теме</p> <p><u>Подготовка к текущему контролю:</u> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу</p> <p><u>Изучение материалов литературных источников:</u> [1], стр. 44-49 [3], стр. 28-57</p>
1.1	Общие сведения о системах электроснабжения различных групп потребителей	11.4		1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	9	-	
1.2	Графики нагрузки, нагрев проводников и расчетная нагрузка	12.4		1	-	1	-	0.2	-	0.2	-	10	-	
2	Методы моделирования нагрузки в расчетах систем электроснабжения, выбор оборудования	22.35		2	-	0.7 5	-	0.4	-	0.2	-	19	-	
2.1	Методы моделирования нагрузки в расчетах систем электроснабжения, выбор оборудования	11.8		1	-	0.5	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
2.2	Методы определения интегральных характеристик	10.55		1	-	0.2 5	-	0.2	-	0.1	-	9	-	

	режимов СЭС произвольной сложности												
3	Режимы работы нейтрали, практические методы расчета токов КЗ, качество электроэнергии	23.10	2	-	0.50	-	0.4	-	0.2	-	20	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Работа ориентирована на изучение теоретического материала по пройденной теме. <u>Изучение материалов литературных источников:</u>
3.1	Режимы работы нейтрали, практические методы расчета токов КЗ	11.55	1	-	0.25	-	0.2	-	0.1	-	10	-	
3.2	Качество электроэнергии	11.55	1	-	0.25	-	0.2	-	0.1	-	10	-	[2], стр. 25-29 [4], стр. 78-89
4	Компенсация реактивной мощности. Общие сведения о надежности СЭС, расчет показателей надежности. Управление системой электроснабжения	38.75	2.0	-	0.75	-	0.8	-	0.4	-	34.8	-	<u>Подготовка к текущему контролю:</u> Работа ориентирована на изучение литературных источников, конспектирование основных данных, прохождение пробных тестов по учебному материалу <u>Подготовка расчетных заданий:</u> Работа ориентирована на углубление знаний по пройденной теме путем подготовки расчетных заданий
4.1	Компенсация реактивной мощности	13.05	0.5	-	0.25	-	0.2	-	0.1	-	12	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u>
4.2	Общие сведения о надежности СЭС, расчет показателей надежности	13.15	0.5	-	0.25	-	0.2	-	0.2	-	12	-	[2], стр. 57-68
4.3	Управление системой электроснабжения	12.55	1	-	0.25	-	0.4	-	0.1	-	10.8	-	
	Экзамен	36.0	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	35.7	
	Всего за семестр	144.00	8.0	-	4.00	-	2.0	-	1.2	0.3	92.8	35.7	
	Итого за семестр	144.00	8.0	-	4.00	2.0		1.2	0.3		128.5		

Примечание: Лек – лекции; Лаб – лабораторные работы; Пр – практические занятия; КПр – 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. Общие сведения о системах электроснабжения различных групп потребителей

1.1. Общие сведения о системах электроснабжения различных групп потребителей

Общие сведения о системах электроснабжения. Системы электроснабжения (СЭС) различных человек объектов и их характерные особенности. СЭС - как подсистема электроэнергетических систем (ЭЭС). Источники электроэнергии, их характеристики. Системы электроснабжения различных объектов и их характерные особенности. Краткая характеристика систем электроснабжения городов, промышленных предприятий, объектов сельского хозяйства, электротранспорта.

1.2. Графики нагрузки, нагрев проводников и расчетная нагрузка

Классификация электроприемников. Графики нагрузки и их параметры. Нагрев проводников и расчетная мощность. Основные группы потребителей и их характеристики в городах. Нагрев проводников и расчетная мощность, уравнения нагрева. Род тока и номинальные напряжения, применяемые при электроснабжении различных объектов СЭС. Иерархия сетей различных номинальных напряжений в СЭС. Основные группы потребителей для промышленных предприятий. Режимы работы электродвигателей. Основные группы потребителей в сельском хозяйстве. Режимы работы электроприемников и показатели режима.

2. Методы моделирования нагрузки в расчетах систем электроснабжения, выбор оборудования

2.1. Методы моделирования нагрузки в расчетах систем электроснабжения, выбор оборудования

Режимы электропотребления, методы расчета интегральных характеристик режимов и определения расчетных значений нагрузок, выбор параметров оборудования. Основные вероятностно-статистические модели для описания процессов электропотребления в СЭС (детерминированный подход, случайной величины, систем случайных-величин, случайного процесса). Информационное обеспечение моделей режимов электропотребления в практике проектирования и эксплуатации современных СЭС. Интервалы осреднения и квантования процессов изменения нагрузок и связанных с ними параметров режимов. Принципы формирования расчетных значений электрических нагрузок элементов СЭС по условиям: термического, электродинамического воздействия тока, влияния на технические и технико-экономические параметры СЭС. Обобщенная универсальная модель электрических нагрузок для применения в СЭС. Методы выбора оборудования по расчетным значениям нагрузок. Практические приемы и методы определения характеристик и расчетных значений электрических нагрузок в СЭС различного назначения (методы коэффициентов спроса, использования, одновременности, упорядоченных диаграмм, числовых вероятностных характеристик). Области применения указанных приемов определения расчетных нагрузок с учетом возможностей информационного обеспечения расчетов.

2.2. Методы определения интегральных характеристик режимов СЭС произвольной сложности

Методы расчета интегральных характеристик режимов в СЭС произвольной сложности и конфигурации. Характеристика обобщенных параметров схем, области их применения. Основные приемы определения вероятностных законов распределения параметров режимов в элементах СЭС. Практические методы определения расчетных нагрузок элементов различных иерархических уровней СЭС (сетей до 1000 В и выше 1000 В, сетей высокого напряжения, источников электроэнергии).

3. Режимы работы нейтрали, практические методы расчета токов КЗ, качество электроэнергии

3.1. Режимы работы нейтрали, практические методы расчета токов КЗ

Режимы нейтрали и практические методы работы расчета токов коротких замыканий. Режимы работы нейтрали сетей различного класса напряжения в СЭС. Влияние на надежность. Практические методы оценки значений токов коротких замыканий в сетях СЭС различного назначения и различной сложности. Особенности расчета токов КЗ в электроустановках напряжением до 1 кВ. Учет местных источников и нагрузок. Применение обобщенных параметров схем для расчетов токов коротких замыканий в сложных СЭС. Проверка оборудования по токам коротких замыканий и методы управления уровнем кз в СЭС.

3.2. Качество электроэнергии

Проблемы электромагнитной совместимости в системах электроснабжения различного назначения. Показатели качества электроэнергии. Показатели качества напряжения. Влияние показателей качества напряжения на работу электроприемников и оборудования СЭС. Интегральные критерии качества, информационное обеспечение контроля качества напряжения. Нормирование показателей качества напряжения. Методы и средства обеспечения нормированных показателей качества напряжения. Влияние на показатели качества напряжения режимов работы регулирующих и компенсирующих устройств.

4. Компенсация реактивной мощности. Общие сведения о надежности СЭС, расчет показателей надежности. Управление системой электроснабжения

4.1. Компенсация реактивной мощности

Компенсация реактивной мощности в СЭС. Размещение средств компенсации в сетях разных напряжений. Влияние степени компенсации на потери мощности и энергии, а так же технико-экономические показатели СЭС.

4.2. Общие сведения о надежности СЭС, расчет показателей надежности

Методы анализа надежности в системах электроснабжения. Общие понятия о надежности СЭС и ЭЭС. Системные аварии в ЭЭС. Понятие о лавине частоты и лавине напряжения в ЭЭС, причины их возникновения. Основные свойства надежности, классификация отказов. Показатели надежности. Основные способы обеспечения надежности в технике, в ЭЭС и СЭС. Влияние принципов построения и особенностей управления при эксплуатации СЭС на уровень надежности электроснабжения различных потребителей. Краткие сведения о современных методах расчета надежности ЭЭС и СЭС. Требования нормативных материалов, предъявляемых к уровню надежности электроснабжения.

4.3. Управление системой электроснабжения

Учет потребления и расхода электроэнергии. Баланс электроэнергии на на предприятиях. Мероприятия по экономии электроэнергии. Регулирование режимов электропотребления. Энергосбережение на промышленных предприятиях. Уменьшение потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях и системах электроснабжения.

3.3. Темы практических занятий

1. Структура системы электроснабжения. Графики нагрузок и определение показателей графиков-средней мощности, потребляемой электроэнергии и расчетных коэффициентов;
2. Расчет нагрузок. Нормативные документы, регламентирующие порядок расчета.

Выбор сечений;

3. Выбор аппаратов защиты в электрических сетях на 0,4 кВ. Построение силовых и осветительных сетей на НН;

4. Расчет потерь мощности и энергии в системах электроснабжения;

5. Автоматизированные системы управления электроснабжением и электропотреблением. Мероприятия по экономии энергии;

6. Электродинамические и термические воздействия токов короткого замыкания.

Расчет токов кз на 0,4 кВ.

3.4. Темы лабораторных работ

не предусмотрено

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Рассмотрение вопросов по пройденным темам Основные понятия электротехники. Электроснабжение
2. Рассмотрение вопросов по пройденным темам Электрические нагрузки. Трансформаторные подстанции
3. Рассмотрение вопросов по пройденным темам Электрические сети внешнего и внутреннего электроснабжения
4. Рассмотрение вопросов по пройденным темам Замыкание. Компенсация реактивной мощности. Управление системой электроснабжения промышленных предприятий

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:						
методы расчетов токов короткого замыкания и методы проверки выбранного оборудования систем электроснабжения и проводников на действие токов КЗ	ИД-1пк-1			+		Тестирование/Системы электроснабжения в электроустановках
методы выбора основного и вспомогательного оборудования систем электроснабжения и проводников воздушных и кабельных линий	ИД-3пк-1		+			Тестирование/Внешнее и внутреннее электроснабжение
методики, применяемые в расчетах систем электроснабжения промышленных объектов и объектах строительства и жилищно-коммунального хозяйства	ИД-3пк-1	+				Тестирование/Электрические нагрузки
Уметь:						
пользоваться нормативной документацией, применяемой при проектировании объектов строительства и жилищно-коммунального хозяйства	ИД-2пк-1				+	Контрольная работа/Управление системой электроснабжения промышленных предприятий

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

4.1. Текущий контроль успеваемости

7 семестр

Форма реализации: Компьютерное задание

1. Внешнее и внутреннее электроснабжение (Тестирование)
2. Системы электроснабжения в электроустановках (Тестирование)
3. Электрические нагрузки (Тестирование)

Форма реализации: Письменная работа

1. Управление системой электроснабжения промышленных предприятий (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Экзамен (Семестр №7)

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

В диплом выставляется оценка за 7 семестр.

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

5. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

5.1 Печатные и электронные издания:

1. Александров, С. С. Повышение надежности системы электроснабжения жилого сектора за счет использования биогазовых установок : магистерская диссертация / С. С. Александров, Нац. исслед. ун-т "МЭИ", Кафедра электроэнергетических систем (ЭЭС) . – М., 2015 . – 88 с. - диссертация только в электронном виде, для чтения перейдите в электронную библиотеку МЭИ .

http://elib.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=7039;

2. В. Б. Шлейников- "Электроснабжение промышленных предприятий: практикум" 1, Издательство: "Оренбургский государственный университет", Оренбург, 2012 - (99 с.) <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270271>;

3. Коробов Г. В., Картавцев В. В., Черемисинова Н. А.- "Электроснабжение. Курсовое проектирование", (3-е изд., испр.), Издательство: "Лань", Санкт-Петербург, 2014 - (192 с.) http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=44759;

4. Шведов, Г. В. Электроснабжение городов: электропотребление, расчетные нагрузки, распределительные сети : учебное пособие для вузов по направлениям 140200 "Электроэнергетика", 140400 "Электроэнергетика и электротехника" / Г. В. Шведов, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Издательский дом МЭИ, 2012 . – 268 с. - ISBN 978-5-383-00743-3

..

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. Электронная библиотека МЭИ (ЭБ МЭИ) - <http://elib.mpei.ru/login.php>
5. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru>
6. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ - <https://rosmintrud.ru/opendata>
7. База открытых данных профессиональных стандартов Министерства труда и социальной защиты РФ - <http://profstandart.rosmintrud.ru/obshchiy-informatsionnyy-blok/natsionalnyy-reestr-professionalnykh-standartov/>
8. База открытых данных Министерства экономического развития РФ - <http://www.economy.gov.ru>
9. База открытых данных Росфинмониторинга - <http://www.fedsfm.ru/opendata>
10. Электронная открытая база данных "Polpred.com Обзор СМИ" - <https://www.polpred.com>

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Тип помещения	Номер аудитории, наименование	Оснащение
Учебные аудитории для проведения лекционных занятий и текущего контроля	Ж-417/6, Белая мультимедийная студия	стол компьютерный, доска интерактивная, компьютерная сеть с выходом в Интернет, мультимедийный проектор, компьютер персональный
	Ж-417/7, Световая черная студия	стул, компьютерная сеть с выходом в Интернет, микрофон, мультимедийный проектор, экран, оборудование специализированное, компьютер персональный
Учебные аудитории для проведения практических занятий, КР и КП	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Ж-417/1, Компьютерный класс ИДДО	стол преподавателя, стол компьютерный, шкаф для документов, шкаф для одежды, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, доска маркерная передвижная, компьютер персональный, принтер, кондиционер, стенд информационный
Помещения для самостоятельной	НТБ-303, Компьютерный	стол компьютерный, стул, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с

работы	читальный зал	выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, кондиционер
Помещения для консультирования	Ж-200б, Конференц-зал ИДДО	стол, стул, компьютер персональный, кондиционер
Помещения для хранения оборудования и учебного инвентаря	Ж-417 /2а, Помещение для инвентаря	стеллаж для хранения инвентаря, экран, указка, архивные документы, дипломные и курсовые работы студентов, канцелярский принадлежности, спортивный инвентарь, хозяйственный инвентарь, запасные комплектующие для оборудования

БАЛЛЬНО-РЕЙТИНГОВАЯ СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Электроснабжение

(название дисциплины)

7 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Электрические нагрузки (Тестирование)

КМ-2 Внешнее и внутреннее электроснабжение (Тестирование)

КМ-3 Системы электроснабжения в электроустановках (Тестирование)

КМ-4 Управление системой электроснабжения промышленных предприятий (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Экзамен.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	3	6	9	12
1	Общие сведения о системах электроснабжения различных групп потребителей					
1.1	Общие сведения о системах электроснабжения различных групп потребителей		+			
1.2	Графики нагрузки, нагрев проводников и расчетная нагрузка		+			
2	Методы моделирования нагрузки в расчетах систем электроснабжения, выбор оборудования					
2.1	Методы моделирования нагрузки в расчетах систем электроснабжения, выбор оборудования			+		
2.2	Методы определения интегральных характеристик режимов СЭС произвольной сложности			+		
3	Режимы работы нейтрали, практические методы расчета токов КЗ, качество электроэнергии					
3.1	Режимы работы нейтрали, практические методы расчета токов КЗ				+	
3.2	Качество электроэнергии				+	
4	Компенсация реактивной мощности. Общие сведения о надежности СЭС, расчет показателей надежности. Управление системой электроснабжения					
4.1	Компенсация реактивной мощности					+
4.2	Общие сведения о надежности СЭС, расчет показателей надежности					+
4.3	Управление системой электроснабжения					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25