

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
АЛГОРИТМЫ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИКИ

Блок:	Блок 1 «Дисциплины (модули)»
Часть образовательной программы:	Часть, формируемая участниками образовательных отношений
№ дисциплины по учебному плану:	Б1.Ч.20.02
Трудоемкость в зачетных единицах:	8 семестр - 4;
Часов (всего) по учебному плану:	144 часа
Лекции	8 семестр - 28 часа;
Практические занятия	не предусмотрено учебным планом
Лабораторные работы	8 семестр - 12 часов;
Консультации	проводится в рамках часов аудиторных занятий
Самостоятельная работа	8 семестр - 103,7 часа;
в том числе на КП/КР	не предусмотрено учебным планом
Иная контактная работа	проводится в рамках часов аудиторных занятий
включая: Тестирование Контрольная работа	
Промежуточная аттестация:	
Зачет с оценкой	8 семестр - 0,3 часа;

Москва 2018

ПРОГРАММУ СОСТАВИЛ:

Преподаватель

(должность)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Чемборисова Н.Ш.
	Идентификатор	Rf29e1753-ChemborisovaNS-b0c0f2

(подпись)

Н.Ш.

Чемборисова

(расшифровка подписи)

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель
образовательной программы

(должность, ученая степень, ученое звание)

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

(подпись)

О.Н. Кузнецов

(расшифровка
подписи)

Заведующий выпускающей
кафедры

(должность, ученая степень, ученое звание)

	Подписано электронной подписью ФГБОУ ВО «НИУ «МЭИ»	
	Сведения о владельце ЦЭП МЭИ	
	Владелец	Шаров Ю.В.
	Идентификатор	R324da3b6-SharovYurV-0bb905bf

(подпись)

Ю.В. Шаров

(расшифровка
подписи)

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Цель освоения дисциплины: Изучение и приобретение навыков формирования уравнений установившихся режимов электроэнергетических систем (ЭЭС) и основных методов их решения.

Задачи дисциплины

- освоение принципов формирования исходных данных и расчета установившихся режимов сложных электроэнергетических систем (ЭЭС);
- изучение основных уравнений, описывающих установившийся режим ЭЭС, от которых зависит эффективность расчета режима;
- изучение базовых методов решения узловых уравнений и оценки их эффективности для расчета установившихся режимов сложных ЭЭС.

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-3 _{ПК-1} Оценивает параметры режимов	знать: - основные принципы формирования математических моделей электроэнергетической системы для расчета установившихся режимов, оценки статической устойчивости, область их применения ; уметь: - решать задачи выбора адекватной математической модели для расчета установившегося режима и оценки статической устойчивости электроэнергетических систем с применением средств прикладного программного обеспечения;
ПК-1 Способен участвовать в проектировании объектов профессиональной деятельности	ИД-5 _{ПК-1} Анализирует результаты расчетов и исследований	знать: - современные методы расчета и анализа установившихся режимов, в том числе с одновременной оценкой статической апериодической устойчивости; уметь: - сравнивать результаты расчетов различных режимов и оценки статической устойчивости, проводить по ним обоснование проектных решений;

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ ВО

Дисциплина относится к 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 параметры, схемы замещения и математические модели элементов ЭЭС
- знать методы расчета линейных и нелинейных электрических цепей
- знать основные типы электрических станций, их характеристики
- уметь формировать линейные узловые уравнения
- уметь решать системы линейных уравнений электрической 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 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	Задачи расчетов установившихся режимов электроэнергетических систем.	17	8	2	2	-	-	-	-	-	-	13	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Задачи расчетов установившихся режимов электроэнергетических систем "
1.1	Задачи расчетов установившихся режимов сложных электроэнергетических систем. Классификация элементов схем замещения.	17		2	2	-	-	-	-	-	-	13	-	
2	Основные уравнения, описывающие установившиеся режимы сложных электроэнергетических систем.	24		4	2	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Основные уравнения, описывающие установившиеся режимы электроэнергетических систем "
2.1	Основные уравнения, описывающие установившиеся режимы электроэнергетических систем.	24		4	2	-	-	-	-	-	-	18	-	
3	Метод Гаусса и его модификации при расчете	28		6	2	-	-	-	-	-	-	20	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу

	установившегося режима.												"Метод Гаусса и его модификации при расчете установившегося режима".
3.1	Метод Гаусса и его модификации при расчете установившегося режима.	28	6	2	-	-	-	-	-	-	20	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п. 9.1-9.3, 10.4 [3], стр. 10-21, 37-46
4	Итерационные методы первого порядка расчета установившихся режимов сложных ЭЭС.	24	4	2	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Итерационные методы первого порядка расчета установившихся режимов сложных ЭЭС".
4.1	Итерационные методы первого порядка для расчета установившихся режимов сложных ЭЭС.	24	4	2	-	-	-	-	-	-	18	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п. 9.5-9.6 [3], стр. 4-9 [4], стр. 78-85
5	Итерационные методы расчета установившихся режимов сложных ЭЭС с нелинейной сходимостью к решению.	26	8	2	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Итерационные методы расчета установившихся режимов сложных ЭЭС с нелинейной сходимостью к решению".
5.1	Итерационные методы второго порядка для расчета установившихся режимов сложных ЭЭС с нелинейной сходимостью к решению.	26	8	2	-	-	-	-	-	-	16	-	<u>Изучение материалов литературных источников:</u> [2], п. 9.4-9.9 [4], стр. 85-126
6	Особенности расчета установившегося режима сложных энергосистем.	24.7	4	2	-	-	-	-	-	-	18.7	-	<u>Самостоятельное изучение теоретического материала:</u> Изучение дополнительного материала по разделу "Особенности расчета установившегося режима сложных энергосистем".
6.1	Особенности расчета	24.7	4	2	-	-	-	-	-	-	18.7	-	

	установившегося режима сложных энергосистем.												<i><u>Изучение материалов литературных источников:</u></i> [2], п.10 [3], стр. 80-97
	Зачет с оценкой	0.3	-	-	-	-	-	-	-	0.3	-	-	
	Всего за семестр	144.0	28	12	-	-	-	-	-	0.3	103.7	-	
	Итого за семестр	144.0	28	12	-	-	-	-	-	0.3	103.7	-	

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. Задачи расчетов установившихся режимов электроэнергетических систем.

1.1. Задачи расчетов установившихся режимов сложных электроэнергетических систем. Классификация элементов схем замещения.

Основные задачи расчетов установившихся режимов сложных электроэнергетических систем. Факторы, определяющие эффективность решения этих задач на ПЭВМ. Классификация элементов схемы замещения электроэнергетической системы. Классификация узлов. Модель ветви, модель узла. Исходная информация для расчета установившихся режимов..

2. Основные уравнения, описывающие установившиеся режимы сложных электроэнергетических систем.

2.1. Основные уравнения, описывающие установившиеся режимы электроэнергетических систем.

Основные узловые уравнения состояния электроэнергетической системы (баланса токов, баланса мощностей, обращенной). Базисный и балансирующий узлы, их выбор. Учет трансформаторных связей в расчетах установившихся режимов. Формирование матрицы узловых проводимостей (матрицы Y) – исходные данные, алгоритм, свойства матрицы Y ..

3. Метод Гаусса и его модификации при расчете установившегося режима.

3.1. Метод Гаусса и его модификации при расчете установившегося режима.

Методы решения систем линейных алгебраических уравнений для расчета установившегося режима. Метод Гаусса с обратным ходом. Вычислительная схема прямого и обратного хода, основные формулы. Модификации метода Гаусса для расчета установившегося режима. Преимущества, недостатки метода..

4. Итерационные методы первого порядка расчета установившихся режимов сложных ЭЭС.

4.1. Итерационные методы первого порядка для расчета установившихся режимов сложных ЭЭС.

Итерационный метод (простая итерация) решения нелинейного узлового уравнения в форме баланса токов. Недостаток метода. Решение нелинейного узлового уравнения в форме баланса токов на основе обращения матрицы Y , недостаток метода. Алгоритм расчета установившегося режима методом Зейделя. Свойства метода Зейделя, коэффициенты ускорения и замедления. Достоинства, недостатки метода..

5. Итерационные методы расчета установившихся режимов сложных ЭЭС с нелинейной сходимостью к решению.

5.1. Итерационные методы второго порядка для расчета установившихся режимов сложных ЭЭС с нелинейной сходимостью к решению.

Методы расчета установившихся режимов при разделении узловых уравнений на уравнения с действительными коэффициентами в прямоугольной и полярной системах координат. Сущность метода Ньютона, Решение узловых уравнений в форме баланса мощностей методом Ньютона. Свойства матрицы Якоби. Свойства метода Ньютона при расчете установившегося режима сложных ЭЭС. Модификации метода Ньютона. Определение потерь мощности в электрических сетях..

6. Особенности расчета установившегося режима сложных энергосистем.

6.1. Особенности расчета установившегося режима сложных энергосистем.

Стартовые алгоритмы, их достоинства и недостатки. Метод декомпозиции для расчета установившегося режима сложной энергосистемы. Расчет режима с учетом изменения частоты. Совмещение расчета установившегося режима и оценки его статической устойчивости..

3.3. Темы практических занятий

не предусмотрено

3.4. Темы лабораторных работ

1. Определение параметров схемы замещения сложной энергосистемы с использованием базы данных. Формирование матрицы узловых проводимостей Y ;
2. Сравнительный анализ эффективности различных методов расчета установившихся режимов сложных энергосистем;
3. Разработка программы расчета установившегося режима сложной энергосистемы с применением элементов структурного программирования;
4. Исследование сходимости различных модификаций метода Ньютона при расчете установившихся режимов сложных энергосистем;
5. Расчет установившихся режимов сложной энергосистемы на основе использования программного комплекса RastrWin.

3.5 Консультации

Групповые консультации по разделам дисциплины (ГК)

1. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Задачи расчетов установившихся режимов электроэнергетических систем"
2. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Основные уравнения, описывающие установившиеся режимы сложных электроэнергетических систем"
3. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Метод Гаусса и его модификации при расчете установившегося режима"
4. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Итерационные методы первого порядка расчета установившихся режимов сложных ЭЭС "
5. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Итерационные методы расчета установившихся режимов сложных ЭЭС с нелинейной сходимостью к решению"
6. Обсуждение материалов по вопросам раздела "Особенности расчета установившегося режима сложных энергосистем"

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	6	
Знать:								
основные принципы формирования математических моделей электроэнергетической системы для расчета установившихся режимов, оценки статической устойчивости, область их применения;	ИД-3ПК-1	+						Тестирование/Основные методы решения задач электроэнергетики
современные методы расчета и анализа установившихся режимов, в том числе с одновременной оценкой статической апериодической устойчивости;	ИД-5ПК-1		+					Тестирование/Основные модели элементов ЭЭС для решения задач электроэнергетики
Уметь:								
решать задачи выбора адекватной математической модели для расчета установившегося режима и оценки статической устойчивости электроэнергетических систем с применением средств прикладного программного обеспечения;	ИД-3ПК-1			+	+			Контрольная работа/Выбор модели
сравнивать результаты расчетов различных режимов и оценки статической устойчивости, проводить по ним обоснование проектных решений;	ИД-5ПК-1					+	+	Контрольная работа/Сравнение результатов расчетов

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: Письменная работа

1. Выбор модели (Контрольная работа)
2. Основные методы решения задач электроэнергетики (Тестирование)
3. Основные модели элементов ЭЭС для решения задач электроэнергетики (Тестирование)
4. Сравнение результатов расчётов (Контрольная работа)

Балльно-рейтинговая структура дисциплины является приложением А.

4.2 Промежуточная аттестация по дисциплине

Зачет с оценкой (Семестр №8)

Оценка за освоение дисциплины, определяется с учетом оценки на зачете, и соотношения весовых коэффициентов различных видов текущего контроля.

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. А. В. Лыкин- "Математическое моделирование электрических систем и их элементов", (3-е изд.), Издательство: "Новосибирский государственный технический университет", Новосибирск, 2013 - (227 с.)
<https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=228767>;
2. Чемборисова, Н. Ш. Алгоритмы расчетов установившихся режимов электроэнергетических систем : учебное пособие по курсам "Алгоритмы задач электроэнергетики", "Применение ЭВМ в энергетике" по направлению "Электроэнергетика и электротехника" / Н. Ш. Чемборисова, Нац. исслед. ун-т "МЭИ" . – М. : Изд-во МЭИ, 2016 . – 100 с. - ISBN 978-5-7046-1745-7 .
http://elibr.mpei.ru/action.php?kt_path_info=ktcore.SecViewPlugin.actions.document&fDocumentId=8740;
3. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети : учебник для электроэнергетических специальностей / В. И. Идельчик . – 2-е изд., стер., перепеч. с изд. 1989 г . – М. : Альянс, 2009 . – 592 с. - ISBN 978-5-903034-76-5 .;
4. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян, [и др.] ; ред. Д. Л. Файбисович . – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : ЭНАС, 2017 . – 376 с. - ISBN 978-5-4248-0049-8 ..

5.2 Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

1. Office / Российский пакет офисных программ;
2. Acrobat Reader;
3. AutoCAD/ T Flex CAD (версия для обучающихся и преподавателей);

4. RastrWin.

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. 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	Г-304, Учебная аудитория	парта, стул, доска меловая, колонки звуковые, мультимедийный проектор, экран
	Д-213, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Учебные аудитории для проведения лабораторных занятий	Д-2/19, Учебная лаборатория "Вычислительный центр"	стол преподавателя, стол компьютерный, стул, шкаф, стол письменный, вешалка для одежды, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный, принтер, телевизор
Учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации	Д-205, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
Помещения для самостоятельной работы	НТБ-302, Читальный зал отдела обслуживания учебной литературой	стул, стол письменный, компьютерная сеть с выходом в Интернет, компьютер персональный
Помещения для консультирования	Д-207, Учебная аудитория	парта со скамьей, стол преподавателя, стул, доска меловая
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

Алгоритмы задач электроэнергетики

(название дисциплины)

8 семестр

Перечень контрольных мероприятий текущего контроля успеваемости по дисциплине:

КМ-1 Основные методы решения задач электроэнергетики (Тестирование)

КМ-2 Основные модели элементов ЭЭС для решения задач электроэнергетики (Тестирование)

КМ-3 Выбор модели (Контрольная работа)

КМ-4 Сравнение результатов расчётов (Контрольная работа)

Вид промежуточной аттестации – Зачет с оценкой.

Номер раздела	Раздел дисциплины	Индекс КМ:	КМ-1	КМ-2	КМ-3	КМ-4
		Неделя КМ:	4	8	12	14
1	Задачи расчетов установившихся режимов электроэнергетических систем.					
1.1	Задачи расчетов установившихся режимов сложных электроэнергетических систем. Классификация элементов схем замещения.		+			
2	Основные уравнения, описывающие установившиеся режимы сложных электроэнергетических систем.					
2.1	Основные уравнения, описывающие установившиеся режимы электроэнергетических систем.			+		
3	Метод Гаусса и его модификации при расчете установившегося режима.					
3.1	Метод Гаусса и его модификации при расчете установившегося режима.				+	
4	Итерационные методы первого порядка расчета установившихся режимов сложных ЭЭС.					
4.1	Итерационные методы первого порядка для расчета установившихся режимов сложных ЭЭС.				+	
5	Итерационные методы расчета установившихся режимов сложных ЭЭС с нелинейной сходимостью к решению.					
5.1	Итерационные методы второго порядка для расчета установившихся режимов сложных ЭЭС с нелинейной сходимостью к решению.					+
6	Особенности расчета установившегося режима сложных энергосистем.					
6.1	Особенности расчета установившегося режима сложных энергосистем.					+
Вес КМ, %:			25	25	25	25