



Министерство образования и науки Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

**Пермский национальный исследовательский
политехнический университет**

Электротехнический факультет

Кафедра микропроцессорных средств автоматизации



УТВЕРЖДАЮ

Проректор по учебной работе
д-р техн. наук, проф.

Ж. В. Лобов

Н. В. Лобов

«18» / 09 2017 г.

**УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИСЦИПЛИНЫ
«Электроэнергетические системы и сети»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Программа академического бакалавриата

Направление: 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Профиль программы бакалавриата:

Электроснабжение

Квалификация выпускника:

бакалавр

Выпускающая кафедра:

микропроцессорных средств автоматизации

Форма обучения:

очная

Курс: 4

Семестр(ы): 7

Трудоёмкость:

Кредитов по рабочему учебному плану:

5 3Е

Часов по рабочему учебному плану:

180 ч

Виды контроля:

Экзамен: 7 семестр

Зачёт: —

Курсовой проект:

7 семестр

Курсовая работа:

—

Учебно-методический комплекс дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» разработан на основании:

- федерального государственного образовательного стандарта высшего образования, утвержденного приказом Министерства образования и науки Российской Федерации «03» сентября 2015 г. номер приказа «955» по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»;

- компетентностной модели выпускника ООП по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утвержденной «24» июня 2013 г. (с изменениями в связи с переходом на ФГОС ВО);

- базового учебного плана очной формы обучения по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль «Электроснабжение», утвержденного «28» апреля 2016 г.

Рабочая программа согласована с рабочими программами дисциплин Электроэнергетическое оборудование, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем, Электрические станции и подстанции 1, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Электроснабжение, Организация и планирование производств в электротехнике и электроэнергетике, Производственное оборудование и его эксплуатация, Автоматизация проектирования, Энергоснабжение, Электрические станции и подстанции 2, Информационное обеспечение систем управления, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии, Микропроцессорные средства автоматизации в электроэнергетике, Средства автоматизации и управления.

Разработчики

канд. техн. наук
(ученая степень, звание)

(подпись)

А.В. Ромодин
(инициалы, фамилия)

(ученая степень, звание)

(подпись)

И.С. Калинин
(инициалы, фамилия)

Рецензент

д-р техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

В.П. Казанцев
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры микропроцессорных средств автоматизации «06» сентября 2017 г., протокол № 1.

Заведующий кафедрой,
ведущей дисциплину

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Рабочая программа одобрена учебно-методической комиссией электротехнического факультета «14» 09 2017 г., протокол № 4.

Председатель учебно-методической комиссии
электротехнического факультета

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

А.Л. Гольдштейн
(инициалы, фамилия)

СОГЛАСОВАНО

Заведующий выпускающей кафедрой МСА

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

А.Б. Петроченков
(инициалы, фамилия)

Начальник управления образовательных программ

канд. техн. наук, доц.
(ученая степень, звание)

(подпись)

Д.С. Репецкий
(инициалы, фамилия)

1 Общие положения

1.1 Цель учебной дисциплины – освоение дисциплинарных компетенций в области проектирования, расчета и анализа установившихся режимов работы, управления режимами работы электроэнергетических систем.

В процессе изучения данной дисциплины студент расширяет и углубляет части следующих компетенций:

- Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования (ПК-3);
- Способность проводить обоснование проектных решений (ПК-4).

1.2 Задачи учебной дисциплины:

- изучение принципов построения и основ проектирования электроэнергетических систем, методов расчета и анализа установившихся режимов работы таких систем;
- формирование умений разработки основных разделов проектов электроэнергетических систем, расчета и анализа установившихся режимов работы, выбора способов и средств управления режимами работы таких систем;
- формирование навыков использования справочной и нормативно-методической литературы по разработке основных разделов проектов электроэнергетических систем, работы с программными комплексами по расчету установившихся режимов работы таких систем.

1.3 Предметом освоения дисциплины являются следующие объекты:

- электроэнергетические системы и сети и их компоненты;
- структура и содержание основных разделов проектов электроэнергетических систем;
- методы проектирования конструктивной части воздушных линий электропередачи;
- методы расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей;
- принципы и методы регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах.

1.4 Место учебной дисциплины в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» относится к вариативной части блока 1 Дисциплины (модули) и является обязательной при освоении ОПОП по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профиль подготовки «Электроснабжение».

После изучения дисциплины обучающийся должен освоить части указанных в пункте 1.1 компетенций и демонстрировать следующие результаты:

- **знать:**
 - основные принципы построения электроэнергетических систем;
 - общую структуру и содержание основных разделов проекта электроэнергетической системы района;
 - основные методы расчета конструктивной части воздушных линий электропередачи и выбора её основных элементов;
 - основные методы расчета и анализа установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей;
 - основные методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах;
 - основные методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах;
 - методы расчета режимов работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах;
- **уметь:**

- проводить сравнительный анализ решений, обосновывать принятые решения и полученные результаты по основным разделам проекта электроэнергетической системы района;
- проводить расчеты конструктивной части воздушных линий электропередачи;
- выбирать основные элементы конструктивной части воздушных линий электропередачи;
- проводить расчет и анализ установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей;
- выбирать методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах;
- выбирать методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах;
- рассчитывать режимы работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах;

• **владеть:**

- навыками представления и публичной защиты решений и результатов проекта электроэнергетической системы района;
- навыками использования справочной и нормативно-методической литературой по разработке основных разделов проектов электроэнергетических систем, в т.ч. по расчету конструктивной части воздушных линий электропередачи;
- навыками работы с программными комплексами по расчету установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей;
- навыками выбора средств регулирования напряжения на подстанциях и расчета их режимов работы.

В таблице 1.1 приведены предшествующие и последующие дисциплины, направленные на формирование компетенций, заявленных в пункте 1.1.

Таблица 1.1 – Дисциплины, направленные на формирование компетенций

Код	Наименование компетенции	Предшествующие дисциплины	Последующие дисциплины
Профессиональные компетенции			
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования	Электроэнергетическое оборудование, Электромагнитная совместимость в электроэнергетике, Электрические станции и подстанции 1, Переходные процессы в электроэнергетических системах, Электроснабжение, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии	Диагностика и надежность электротехнических и электроэнергетических систем, Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Организация и планирование производств в электротехнике и электроэнергетике, Информационное обеспечение систем управления
ПК-4	Способность проводить обоснование проектных решений	Электроэнергетическое оборудование, Электрические станции и подстанции 1, Энергосбережение и энергоаудит, Альтернативные и возобновляемые источники энергии	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем, Организация и планирование производств в электроэнергетике и электротехнике

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Учебная дисциплина обеспечивает формирование части компетенций ПК-3, ПК-4.

2.1 Дисциплинарная карта компетенции ПК-3

Код	Формулировка компетенции
ПК-3	Способность принимать участие в проектировании объектов профессиональной деятельности в соответствии с техническим заданием и нормативно-технической документацией, соблюдая различные технические, энергоэффективные и экологические требования

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-3.Б1.В.10	Способность принимать участие в проектировании объектов электроэнергетической системы района и публично защищать принятые в проекте решения и результаты; работать над основными разделами проекта конструктивной части воздушных линий электропередачи.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
В результате освоения компетенции студент Знает: – основные принципы построения электроэнергетических систем; – общую структуру и содержание основных разделов проекта электроэнергетической системы района; – основные методы расчета конструктивной части воздушных линий электропередачи и выбора её основных элементов.	Лекции. Самостоятельная работа студентов.	Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля. Вопросы к экзамену.
Умеет: – проводить сравнительный анализ решений, обосновывать принятые решения и полученные результаты по основным разделам проекта электроэнергетической системы района; – проводить расчеты конструктивной части воздушных линий электропередачи; – выбирать основные элементы конструктивной части воздушных линий электропередачи.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Типовые задания к практическим занятиям. Практические задания к контрольным работам для промежуточного контроля. Типовое задание к выполнению курсового проекта. Практические задания к экзамену.
Владеет: – навыками представления и публичной защиты решений и результатов проекта электроэнергетической системы района; – навыками использования справочной и норма-	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Типовые задания к практическим занятиям. Типовое задание к выполнению

тивно-методической литературы по разработке основных разделов проектов электроэнергетических систем, в т.ч. по расчету конструктивной части воздушных линий электропередачи.		курсового проекта.
--	--	--------------------

2.2 Дисциплинарная карта компетенции ПК-4

Код	Формулировка компетенции
ПК-4	Способность проводить обоснование проектных решений

Код	Формулировка дисциплинарной части компетенции
ПК-4.Б1.В.10	Способность использовать основные методы расчета и анализа установившихся режимов электрических сетей для обоснования проектных решений; выбирать методы, принципы и средства регулирования частоты и напряжения в электроэнергетических системах; рассчитывать режимы работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах.

Требования к компонентному составу компетенции

Перечень компонентов	Виды учебной работы	Средства оценки
Знает: — основные методы расчета и анализа установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей; — основные методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах; — основные методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах; — методы расчета режимов работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах.	Лекции. Самостоятельная работа студентов.	Тестовые вопросы для текущего и промежуточного контроля. Вопросы к экзамену.
Умеет: — проводить расчет и анализ установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей; — выбирать методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах; — выбирать методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах; — рассчитывать режимы работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах.	Практические занятия. Самостоятельная работа студентов.	Типовые задания к практическим занятиям. Практические задания к контрольным работам для промежуточного контроля. Типовое задание к выполнению курсового проекта. Практические задания к экзамену.
Владет: — навыками работы с программными комплексами по расчету установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей; — навыками выбора средств регулирования напряжения на подстанциях и расчета их режимов работы.	Лабораторные работы. Самостоятельная работа студентов.	Типовые задания к лабораторным работам. Типовое задание к выполнению курсового проекта.

3 Структура учебной дисциплины по видам и формам учебной работы

Объем дисциплины в зачетных единицах составляет 5 ЗЕ. Количество часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся указано в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Объем и виды учебной работы

№ п.п.	Виды учебной работы	Трудоёмкость, ч	
		7 семестр	всего
1	2	3	4
1	Аудиторная (контактная) работа	68	68
	- лекции (Л)	18	18
	- практические занятия (ПЗ)	14	14
	- лабораторные работы (ЛР)	36	36
2	Контроль самостоятельной работы (КСР)	4	4
3	Самостоятельная работа студентов (СРС)	72	72
	- изучение теоретического материала	19	19
	- расчётно-графические работы	—	—
	- курсовой проект	36	36
	- курсовая работа	—	—
	- реферат	—	—
	- подготовка к аудиторным занятиям (лекциям, практическим, лабораторным)	12,5	12,5
	- подготовка отчетов по лабораторным работам (практическим занятиям)	4,5	4,5
	- индивидуальные задания	—	—
	- другие виды самостоятельной работы (указать, какие)	—	—
4	Итоговый контроль (промежуточная аттестация обучающихся) по дисциплине: экзамен	36	36
5	Трудоёмкость дисциплины, всего:		
	в часах (ч)	180	180
	в зачётных единицах (ЗЕ)	5	5

4 Содержание учебной дисциплины

4.1 Модульный тематический план

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины

Таблица 4.1 – Тематический план по модулям учебной дисциплины										
Номер учеб- ного мо- дуля	Номер раз- дела дисци- пли- ны	Номер темы дисципли- ны	Количество часов и виды занятий (очная форма обучения)							Трудо- ёмкость, ч / ЗЕ
			аудиторная работа				КСР	итого- вый кон- троль	само- стоя- тель- ная рабо- та	
			всего	Л	ПЗ	ЛР				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	1	Введение	0,5	0,5	–	–	–	–	–	0,5
		1	3,5	1,5	2	–	–	–	2	5,5
		2	2	1	1	–	–	–	0,5	2,5

		3	6	1	1	4	–	–	2,5	8,5
		4	14	1	1	12	–	–	4,5	18,5
		5	14	1	1	12	1	–	4,5	19,5
	Итого по модулю:		40	6	6	28	1	–	14	55 / 1,53
2	2	6	2	1	1	–	–	–	2,5	4,5
		7	4	2	2	–	–	–	3	7
		8	2	1	1	–	1	–	2,5	5,5
	Итого по модулю:		8	4	4	–	1	–	8	17 / 0,47
3	3	9	2	1	1	–	–	–	4	6
		10	2	2	–	–	–	–	1	3
		11	2	1	1	–	1	–	1	4
	Итого по модулю:		6	4	2	–	1	–	6	13 / 0,36
4	4	12	0,5	0,5	–	–	–	–	4,5	5
		13	0,5	0,5	–	–	–	–	0,5	1
		14	6,5	1,5	1	4	–	–	1,5	8
		15	6	1	1	4	–	–	1,5	7,5
		Заключение	0,5	0,5	–	–	1	–	–	1,5
	Итого по модулю:		14	4	2	8	1	–	8	23 / 0,64
Курсовой проект			–	–	–	–	–	–	36	36 / 1
Промежуточная аттестация			–	–	–	–	–	36	–	36 / 1
Всего:			68	18	14	36	4	36	72	180 / 5

4.2 Содержание разделов и тем учебной дисциплины

Модуль 1. Расчет и анализ установившихся режимов электрических сетей
Л – 6 часов, ПЗ – 6 часов, ЛР – 28 часа, СРС – 14 часов, КСР – 1 час

Введение. Основные понятия, термины и определения. Предмет и задачи дисциплины.

Предмет и задачи курса, краткое историческое развитие электроэнергетических систем. Общие вопросы проектирования электроэнергетических систем. Состояние и перспективы развития электроэнергетических систем.

Раздел 1. Расчет и анализ установившихся режимов электрических сетей.

Тема 1. Расчет и анализ установившегося режима линии электропередачи.

Основные принципы построения электроэнергетических систем. Исходные данные для расчета. Расчет по данным в начале ЛЭП. Расчет по данным в конце ЛЭП. Расчет режима ЛЭП при известном напряжении в начале и мощности нагрузки в конце. Схемы замещения линий электропередач.

Тема 2. Анализ режима холостого хода линии электропередачи.

Особенности режима холостого хода ЛЭП. Расчет режима холостого хода ЛЭП. Построение векторных диаграмм режима холостого хода и их анализ.

Тема 3. Расчет и анализ установившегося режима разомкнутой электрической сети.

Схемы замещения трансформаторов (двухобмоточных, трехобмоточных, автотрансформаторов, трансформаторов с расщепленными обмотками). Исходные данные для расчета. Расчет по данным в конце сети. Расчет по данным в начале сети.

Тема 4. Расчет и анализ установившегося режима замкнутой электрической сети с использованием правила моментов для токов.

Исходные данные для расчета. Правило моментов для токов. Частные случаи правила моментов для токов. Расчет режима сети с двусторонним питанием в токах. Анализ электрического режима простейшей замкнутой электрической сети.

Тема 5. Расчет и анализ установившегося режима замкнутой электрической сети с использованием правила моментов для мощностей.

Исходные данные для расчета. Правило моментов для мощностей. Частные случаи правила моментов для мощностей. Расчет режима сети с двусторонним питанием в мощностях. Метод контурных уравнений.

Модуль 2. Основы проектирования конструктивной части воздушных линий электропередачи

Л – 4 часа, ПЗ – 4 часа, СРС – 8 часов, КСР – 1 час

Раздел 2. Основы проектирования конструктивной части воздушных линий электропередачи.

Тема 6. Влияние климатических факторов на механическое напряжение в проводе воздушной линии электропередачи.

Общая структура и содержание основных разделов проекта электроэнергетической системы района. Общие сведения о проектировании конструктивной части ЛЭП. Основные климатические факторы, влияющие на механическое напряжение в проводе. Удельные нормативные и расчетные нагрузки на провод. Выбор опор и их элементов.

Тема 7. Применение метода допустимых напряжений при расчете механического напряжения в проводе воздушной линии электропередачи.

Уравнение состояния провода. Понятие исходного режима. Применение уравнения состояния провода для расчета механического напряжения. Выбор основных элементов конструктивной части воздушных линий электропередачи. Критические пролеты и их использование в расчете проводов.

Тема 8. Расчет монтажных стрел провеса и проверка габарита воздушной линии электропередачи.

Понятие монтажного режима. Расчет монтажных стрел провеса. Проверка габарита воздушной линии. Особенности расчета грозозащитного троса. Расстановка опор по профилю трассы.

Модуль 3. Регулирование частоты в электроэнергетической системе

Л – 4 часа, ПЗ – 2 часа, СРС – 6 часов, КСР – 1 час

Раздел 3. Регулирование частоты в электроэнергетической системе.

Тема 9. Баланс активных и реактивных мощностей в электроэнергетической системе при регулировании частоты.

Баланс активных и реактивных мощностей в энергосистеме при регулировании частоты. Связь между изменениями частоты и напряжения и генерируемой мощностью при неизменном составе нагрузки. Обобщенные статические характеристики потребления мощности (активной и реактивной) по частоте и по напряжению. Влияние изменений генерируемых мощностей на изменение частоты и напряжения. Воздействия на режим ЭЭС для регулирования частоты и напряжения. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсирующие устройства.

Тема 10. Устройство и принцип действия устройств регулирования частоты в электроэнергетической системе.

Процессы, происходящие в турбо- и гидрогенераторах при снижении или увеличении нагрузки в случае нерегулируемой и регулируемой турбины. Принцип действия АРС, особенности применения. Астатическое и статическое регулирование. Характеристики АРС турбины. Первичное и вторичное регулирование частоты. Принцип действия АРЧ, особенности применения.

Тема 11. Методы и принципы регулирования частоты в электроэнергетической системе.

Регулирование частоты в ЭЭС. Закон первичного регулирования частоты в реальной системе. Метод ведущей станции по частоте при вторичном регулировании частоты. Требования к ведущей станции по частоте. Автоматическая аварийная разгрузка по частоте – принцип действия, особенности применения.

Модуль 4. Регулирование напряжения в электроэнергетической системе

Л – 4 часа, ПЗ – 2 часа, ЛР – 8 часов, СРС – 8 часов, КСР – 1 час

Раздел 4. Регулирование напряжения в электроэнергетической системе.

Тема 12. Методы и принципы регулирования напряжения в электроэнергетической системе.

Виды регулирования напряжения. Методы и принципы регулирования напряжения. Регулирование напряжения методом изменения потерь напряжения в сети. Регулирование напряжения в электрических сетях методом характеристического узла.

Тема 13. Регулирование напряжения на электрических станциях.

Регулирование напряжения на электростанциях. Первичное и вторичное регулирование напряжения. Принцип действия АРВ и ГРН.

Тема 14. Регулирование напряжения на подстанциях с двухобмоточными трансформаторами.

Регулирование напряжения на подстанциях. Устройство и принцип действия РПН и ПБВ. Определение напряжения отклонения.

Тема 15. Регулирование напряжения на подстанциях с трехобмоточными и автотрансформаторами.

Особенности регулирования напряжения на ПС с трехобмоточными трансформаторами и автотрансформаторами. Принцип действия линейных регуляторов и вольт-добавочных трансформаторов.

Заключение.

4.3 Перечень тем практических занятий

Таблица 4.2 – Темы практических занятий

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы практического занятия
1	2	3
1	1,2,3,4,5	Решение задач по разделу «Расчет и анализ установившихся режимов электрических сетей»
2	6,7,8	Решение задач по разделу «Основы проектирования конструктивной части воздушных линий электропередачи»
3	9,11	Решение задач по разделу «Регулирование частоты в электроэнергетической системе»
4	14,15	Решение задач по разделу «Регулирование напряжения в электроэнергетической системе»

4.4 Перечень тем лабораторных работ

Таблица 4.3 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Номер темы дисциплины	Наименование темы лабораторной работы
1	2	3
1	3	Ознакомление с промышленной программой расчета установившегося режима <i>RastrWin</i> и методикой работы с программой.
2	3	Отображение результатов расчета установившегося режима с использованием графики программы <i>RastrWin</i> .
3	3,4,5	Расчет и анализ установившихся режимов наибольших и наимень-

		ших нагрузок электрической сети одного номинального напряжения.
4	3,4,5,14,15	Расчет и анализ послеаварийных режимов электрической сети одного номинального напряжения. Регулирование напряжения изменением ответвлений трансформаторов.
5	3,4,5	Расчет и анализ режимов наибольших и наименьших нагрузок электрической сети с несколькими номинальными напряжениями.
6	4,5,14,15	Оптимизация режимов замкнутой электрической сети двух номинальных напряжений с помощью коэффициентов трансформации трансформаторов.
7	3,4,5	Расчет и анализ режимов электрической сети с фиксированными напряжениями в нескольких узлах.
8	3,4,5	Исследование влияния компенсирующих устройств на параметры режима электрической сети.
9	3,4,5	Анализ установившихся режимов электрической системы с учетом утяжеления.

4.5. Курсовой проект (курсовая работа)

Тема типового курсового проекта – «Проектирование электроэнергетической системы района». Задание выдаётся по вариантам.

Целью курсового проекта является освоение компонентов компетенций в области проектирования электроэнергетических систем (см. п.2).

Предполагается, что при его выполнении студент должен овладеть определенными умениями анализа исходных данных и полученных результатов для расчёта различных установившихся режимов электроэнергетической системы района, научиться правильно и обоснованно выбирать схему и основное оборудование электроэнергетических систем, производить расчет конструктивной части воздушных линий электропередач.

Проект состоит из следующих разделов:

1. Составление баланса активной мощности и выбор генераторов ТЭЦ.
2. Обоснование схемы и напряжения электрической сети.
3. Составление баланса реактивной мощности, выбор и размещение компенсирующих устройств.
4. Выбор и проверка сечений проводов линий электропередачи.
5. Выбор схемы выдачи мощности и трансформаторов ТЭЦ.
6. Выбор трансформаторов и схем подстанций в узлах нагрузки.
7. Приведение нагрузок узлов и мощности ТЭЦ к стороне высшего напряжения.
8. Расчет установившегося режима электрической сети.
9. Регулирование напряжения в узлах нагрузки.
10. Расчет конструктивной части ВЛ.

Курсовой проект должен включать в себя пояснительную записку и графическую часть.

Графическая часть проекта включает в себя два листа формата А1.

На первом листе изображается однолинейная схема проектируемой системы с выбранными схемами подстанций и ТЭЦ. На чертеже должны быть нанесены обозначения выбранного оборудования (трансформаторов, генераторов, линий электропередачи), показаны напряжения в узлах, полученные при расчете установившегося режима, напряжения на вторичной стороне трансформаторов до и после регулирования напряжения.

На втором листе приводятся результаты расчета конструктивной части ВЛ. Здесь должны быть приведены: фрагмент ВЛ с указанием геометрических характеристик линии, сборочный чертеж крепления провода к траверсе опоры, монтажный график провода.

4.6. Реферат

Реферат не предусмотрен.

4.7. Расчетно-графические работы

Расчетно-графические работы не предусмотрены.

5. Методические указания для обучающихся по изучению дисциплины

При изучении дисциплины обучающимся целесообразно выполнять следующие рекомендации:

1. Изучение учебной дисциплины должно вестись систематически.
2. После изучения какого-либо раздела по учебнику или конспектным материалам рекомендуется по памяти воспроизвести основные термины, определения, понятия раздела.
3. Особое внимание следует уделить выполнению отчетов по практическим занятиям, лабораторным работам и индивидуальным комплексным заданиям на самостоятельную работу.
4. Изучение дисциплины осуществляется в течение одного семестра, график изучения дисциплины приводится п.7.
5. Вся тематика вопросов, изучаемых самостоятельно, задается на лекциях преподавателем. Им же даются источники (в первую очередь вновь изданные в периодической научной литературе) для более детального понимания вопросов, озвученных на лекции.

5.1 Виды самостоятельной работы студентов

Таблица 5.1 – Виды самостоятельной работы студентов (СРС)

Номер темы дисциплины	Вид самостоятельной работы студентов	Трудоёмкость, часов
1	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
2	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
3	Самостоятельное изучение теоретического материала.	1
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	0,5
4	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	1,5
5	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	1,5
6	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
7	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
8	Самостоятельное изучение теоретического материала.	2
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
9	Самостоятельное изучение теоретического материала.	3
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
10	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–

11	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
12	Самостоятельное изучение теоретического материала.	4
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
13	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	0,5
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	–
14	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	0,5
15	Самостоятельное изучение теоретического материала.	–
	Самостоятельная подготовка к аудиторным занятиям.	1
	Подготовка отчетов по лабораторным работам.	0,5
	Курсовой проект	36
	Итого: в ч / в 3Е	72 / 2

5.2 Изучение теоретического материала

Тематика вопросов, изучаемых самостоятельно:

Модуль 1

Тема №1. Схемы замещения линий электропередач.

Тема №3. Схемы замещения трансформаторов (двухобмоточных, трехобмоточных, автотрансформаторов, трансформаторов с расщепленными обмотками).

Темы №4. Анализ электрического режима простейшей замкнутой электрической сети.

Темы №5. Метод контурных уравнений.

Модуль 2

Тема №6. Выбор опор и их элементов.

Тема №7. Критические пролеты и их использование в расчете проводов.

Тема №8. Расстановка опор по профилю трассы.

Модуль 3

Тема №9. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсирующие устройства.

Модуль 4

Тема №12. Регулирование напряжения методом изменения потерь напряжения в сети. Регулирование напряжения в электрических сетях методом характеристического узла.

5.3 Образовательные технологии, используемые для формирования компетенций

Проведение лекционных занятий по дисциплине основывается на активном методе обучения, при которой учащиеся не пассивные слушатели, а активные участники занятия, отвечающие на вопросы преподавателя. Вопросы преподавателя нацелены на активизацию процессов усвоения материала. Преподаватель заранее намечает список вопросов, стимулирующих ассоциативное мышление и установления связей с ранее освоенным материалом.

Практические занятия проводятся на основе реализации метода обучения действием: определяются и ставятся проблемные задачи, формируются команды, заслушиваются варианты решения. При проведении практических и лабораторных занятий преследуются следующие цели: закрепление и углубление знаний, умений и навыков в области проектирования электроэнергетических систем, развитие творческой инженерной инициативы, закрепление навыков использования справочной и специальной технической литературы, навыков выполнения графической части курсового проекта и оформления технической документации.

Проведение лабораторных и практических занятий основывается на интерактивном методе обучения, при которой учащиеся взаимодействуют не только с преподавателем, но и друг с другом. При этом доминирует активность учащихся в процессе обучения. Место преподавателя в интерактивных занятиях сводится к направлению деятельности учащихся на достижение целей занятия.

6 Фонд оценочных средств дисциплины

6.1 Текущий контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Текущий контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится в форме текущего тестирования для анализа усвоения материала предыдущей лекции. Средствами контроля являются тестовые вопросы для текущего контроля.

6.2 Промежуточный контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

Промежуточный контроль освоения дисциплинарных частей компетенций проводится по окончании модулей дисциплины в форме промежуточного тестирования и промежуточной контрольной работы с практическими заданиями. Средствами оценки являются тестовые вопросы для промежуточного контроля и практические задания к контрольным работам.

6.3 Итоговый контроль освоения заданных дисциплинарных частей компетенций

6.3.1 Зачёт

Не предусмотрен.

6.3.2 Экзамен

Экзамен по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» проводится в письменной форме по билетам. Билет содержит два теоретических вопроса и одно практическое задание, охватывающие разные разделы дисциплины.

К сдаче экзамена допускаются студенты, сдавшие и защитившие отчёты по лабораторным работам, курсовой проект и получившие удовлетворительные оценки по результатам промежуточного контроля.

Экзаменационная оценка проставляется при удовлетворительном устном ответе на вопросы, указанные в экзаменационном билете.

Экзаменационная оценка может быть выставлена автоматически по итоговому результату работы студента в семестре при выполнении следующих условий:

- сдача и защита отчетов по лабораторным работам в срок до начала сессии;
- сдача и защита курсового проекта в установленные дни согласно графика защит;
- посещение более 80% лекционных и практических занятий;
- отсутствие оценок «удовлетворительно» по результатам защиты отчетов по лабораторным работам, курсовому проекту и промежуточному контролю.

Фонд оценочных средств, включающие типовые задания, контрольные работы, тесты и методы оценки, критерии оценивания, перечень контрольных точек и таблица планирования результатов обучения, контрольные задания к экзамену, позволяющие оценить результаты освоения данной дисциплины, входят в состав РПД в виде приложения.

6.4 Виды текущего, промежуточного и итогового контроля освоения элементов и частей компетенций

Таблица 6.1 - Виды контроля освоения элементов и частей компетенций

Контролируемые результаты освоения дисциплины (ЗУВы)	Вид контроля					
	ГТ	ПГ	КР	ПЗ, КП	ЛР	Экзамен
Знает:						
основные принципы построения электроэнергетических систем;	+	+				+
общую структуру и содержание основных разделов проекта электроэнергетической системы района;	+	+				+
основные методы расчета конструктивной части воздушных линий электропередачи и выбора её основных элементов;	+	+				+
основные методы расчета и анализа установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей;	+	+				+
основные методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах;	+	+				+
основные методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах;	+	+				+
методы расчета режимов работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах;	+	+				+
Умеет:						
проводить сравнительный анализ решений, обосновывать принятые решения и полученные результаты по основным разделам проекта электроэнергетической системы района			+	+		+
проводить расчеты конструктивной части воздушных линий электропередачи			+	+		+
выбирать основные элементы конструктивной части воздушных линий электропередачи			+	+		+
проводить расчет и анализ установившихся режимов разомкнутых и замкнутых электрических сетей			+	+		+
выбирать методы, принципы и средства регулирования частоты в электроэнергетических системах			+			+
выбирать методы, принципы и средства регулирования напряжения в электроэнергетических системах			+	+		+
рассчитывать режимы работы основных средств регулирования напряжения в электроэнергетических системах			+	+		+
Владеет:						
навыками представления и публичной защиты решений и результатов проекта электроэнергетической системы района;				+		

[illegible]

8 Перечень учебно-методического и информационного обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

8.1 Карта обеспеченности дисциплины учебно-методической литературой

Б1.В.10 Электроэнергетические системы и сети (индекс и полное название дисциплины)	Блок 1. Дисциплины (модули) (цикл дисциплины) x базовая часть цикла вариативная часть цикла x обязательная по выбору студента
13.03.02 (код направления подготовки / специальности)	Электроэнергетика и электротехника, профиль «Электроснабжение» (полное название направления подготовки / специальности)
ЭЭ / ЭС (аббревиатура направления / специальности)	Уровень подготовки: x специалист бакалавр магистр Форма обучения: x очная заочная очно-заочная
2016 (год утверждения учебного плана ООП)	Семестр(-ы): <u>7</u> Количество групп: <u>1</u> Количество студентов: <u>25</u>

Калинин Иван Сергеевич, старший преподаватель, ЭТФ
кафедра МСА, тел.: 239 18 22

8.2. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

№	Библиографическое описание (автор, заглавие, вид издания, место, издательство, год издания, количество страниц)	Количество экземпляров в библиотеке
1	2	3
1 Основная литература		
1	Герасименко А. А. Передача и распределение электрической энергии : учебное пособие / А. А. Герасименко, В. Т. Федин .— 4-е изд., стер .— Москва : КНОРУС, 2014 .— 645 с.	8
2	Лыкин А.В. Электрические системы и сети : учебное пособие для вузов / А.В. Лыкин .— М. : Логос, 2006 .— 253 с.; 2007	54
2 Дополнительная литература		
2.1 Учебные и научные издания		
1	Электротехнический справочник : в 4 т. / Московский энергетический институт; Под ред. В. Г. Герасимова .— 8-е изд., стер .— М. : Изд-во МЭИ, 2002 . Т. 3: Производство, передача и распределение электрической энергии .— 2002 .— 963 с.; 2004; 2009	39
2	Карапетян И. Г. Справочник по проектированию электрических сетей / И. Г. Карапетян, Д. Л. Файбисович, И. М. Шапиро ; Под ред. Д. Л. Файбисовича .— 3-е изд., перераб. и доп .— Москва : ЭНАС, 2009 .— 390 с.	26
3	Ополева Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник : учебное пособие для вузов / Г. Н. Ополева .— Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2009 .— 479 с	16
4	Костин В.Н. Системы электроснабжения. Конструкции и механический расчет: Учеб. пособие. – СПб.: СЗТУ, 2002. (электронное издание)	кафедра МСА
2.2 Периодические издания		
	Не используются.	
2.3 Нормативно-технические издания		
	Не используются.	
2.4 Официальные издания		
	Не используются.	
2.5 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины		
1	Электронная библиотека Научной библиотеки Пермского национального исследовательского политехнического университета [Электронный ресурс : полнотекстовая база данных электрон. документов изданных в Изд-ве ПНИПУ]. – Электрон. дан. (1 912 записей). – Пермь, 2014- . – Режим доступа: http://elib.pstu.ru/ . – Загл. с экрана.	
2	Лань [Электронный ресурс : электрон.-библ. система : полнотекстовая база данных электрон. документов по гуманит., естеств., и техн. наукам] / Изд-во «Лань». – Санкт-Петербург : Лань, 2010- . – Режим доступа: http://e.lanbook.com/ . – Загл. с экрана.	
3	Консультант Плюс [Электронный ресурс : справочная правовая система : документы и комментарии : универсал. информ. ресурс]. – Версия Проф, сетевая. – Москва, 1992– . – Режим доступа: Компьютер. сеть Науч. б-ки Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, свободный	

Основные данные об обеспеченности на

_____ (дата составления рабочей программы)

основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

Н.В. Тюрикова

Данные об обеспеченности на

_____ (дата составления рабочей программы)

основная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

дополнительная литература

☒

обеспечена

☐

не обеспечена

Зав. отделом комплектования
научной библиотеки

Н.В. Тюрикова

8.3. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине

8.3.1 Перечень программного обеспечения, в том числе компьютерные обучающие и контролирующие программы

№ п.п.	Вид учебного занятия	Наименование программного продукта	Рег. номер	Назначение
1	2	3	4	5
1	ЛР	Комплекс расчета и анализа установившихся режимов энергосистем <i>RastrWin</i>	2007610615	Программный комплекс предназначен для решения задач по расчету, анализу и оптимизации режимов электрических сетей и систем.

8.4 Аудио- и видео-пособия

Не предусмотрены.

9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

9.1 Специализированные лаборатории и классы

Таблица 9.1 – Специализированные лаборатории и классы

№ п.п.	Помещения			Площадь, м ²	Количество посадочных мест
	Название	Принадлежность (кафедра)	Номер аудитории		
1	2	3	4	5	6
1	Лаборатория моделирования объектов и систем автоматического управления	Кафедра МСА	100	38	12

9.2 Основное учебное оборудование

Таблица 9.2 – Учебное оборудование

№ п.п.	Наименование и марка оборудования (стенда, макета, плаката)	Кол-во, ед.	Форма приобретения / владения (собственность, оперативное управление, аренда и т.п.)	Номер аудитории
1	2	3	4	5
1	Системный блок с монитором	12	Оперативное управление	100

Лист регистрации изменений

№ п.п.	Содержание изменения	Дата, номер протокола заседания кафедры. Подпись заведующего кафедрой
1	2	3
1		
2		
3		
4		