

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Емельянов Сергей Геннадьевич
Должность: ректор
Дата подписания: 07.09.2023 13:42:13
Уникальный программный ключ:
9ba7d3e34c012eba476ffd2d064cf2781953be730df2374d16f3c0ce536f0fc6

МИНОБРАЗОВАНИЯ РОССИИ

Юго-Западный государственный университет

УТВЕРЖДАЮ:

Декан факультета

механико-технологического

(наименование ф-та полностью)

И.П. Емельянов

(подпись, инициалы, фамилия)

« 23 » 06 2020 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Анализ режимов электроэнергетических систем

(наименование дисциплины)

ОПОП ВО 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника,

шифр и наименование направления подготовки (специальности)

направленность (профиль, специализация) «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность»

наименование направленности (профиля, специализации)

форма обучения очная

(очная, очно-заочная, заочная)

Рабочая программа дисциплины составлена в соответствии с ФГОС-3 – магистратура по направлению подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника на основании учебного плана ОПОП ВО 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность», одобренного Ученым советом университета (протокол №7 от «25» февраля 2020 г.).

Рабочая программа дисциплины обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе для обучения студентов по ОПОП ВО 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность» на заседании кафедры электроснабжения протокол № 11 от «22» 06 2020 г.
(наименование, протокол №, дата)

Зав. кафедрой _____ к.т.н., доцент Горлов А.Н.
(подпись)

Разработчик программы _____ к.т.н., доцент Ларин О.М.
(подпись)

Согласовано:

(согласование производится с кафедрами, чьи дисциплины основываются на данной дисциплине, а также при необходимости с руководителями других структурных подразделений)

Директор научной библиотеки _____ Макаровская В.Г.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 от «25» 02 2020 г.), на заседании кафедры электроснабжения пр. N 10 от 30.06.21
(наименование, протокол №, дата)

Зав. кафедрой _____ Горлов А.Н.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность», одобренного Ученым советом университета (протокол № 9 от «25» 06 2021 г.), на заседании кафедры электроснабжения №4 от 28.06.22 г.
(наименование, протокол №, дата)

Зав. кафедрой _____ Горлов А.Н.
(подпись)

Рабочая программа дисциплины пересмотрена, обсуждена и рекомендована к реализации в образовательном процессе на основании учебного плана ОПОП ВО 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность», одобренного Ученым советом университета (протокол № 7 от «28» 02 2022 г.), на заседании кафедры электроснабжения пр. 10 от 04.07.23
(наименование, протокол №, дата)

Зав. кафедрой _____ Воронина И.В.
(подпись)

1 Цель и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

1.1 Цель дисциплины

Формирование у студентов научных знаний и профессиональных навыков в области исследования процессов, происходящих в электроэнергетических системах и методов расчетов установившихся режимов различных конфигураций электрических сетей.

1.2 Задачи дисциплины

- обучение конструктивным особенностям установившихся режимов электроэнергетических систем;
- овладение методикой расчета установившихся режимов электроэнергетических систем;
- формирование навыков проектирования установившихся режимов электроэнергетических систем;
- получение опыта анализа основных теоретических и практических методов исследования процессов, происходящих в электроэнергетических системах.

1.3 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 1.3 – Сопоставление результатов обучения по дисциплине с планируемыми результатами освоения основной профессиональной образовательной программы

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
ПК-1	Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок	ПК-1.1 Проводит анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока, конструктивные особенности линий электропередач различного назначения; – методы анализа и синтеза объектов в технической среде. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать и моделировать электрические цепей постоянного и переменного тока, рассчитывать схемы замещения элементов электроэнергетических систем; – применять методы анализа и синтеза объектов в технической среде. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками моделирования и проектирования простейших электрических сетей различного назначения и рода тока;

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
			– методами, позволяющими изучаемую электроэнергетическую систему разбить на составные элементы, каждый из которых исследуется в отдельности как часть расчлененного целого, и соединять отдельные элементы в единое целое.
		ПК-1.2 Обосновывает перспективы проведения исследований в соответствующей области знаний	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимый объем программного обеспечения и информационных технологий для проектирования и расчета режимов электроэнергетических сетей и систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться информационными технологиями при проектировании и расчете режимов работы электрических сетей. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками пользования справочной литературой, электронными изданиями и каталогами, специализированным программным обеспечением
		ПК-1.3 Формирует программы проведения исследований в новых направлениях	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методики расчета технико-экономического обоснования принятых технических решений при проектировании электроэнергетических систем и сетей; – общий алгоритм проектирования электрических сетей, выбора номинальных напряжений и конфигурации сети, методы расчетов схем замещения элементов электроэнергетических систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать технико-экономические показатели принятого варианта проектного решения; – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета технико-экономических показателей; – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем
ПК-5	Способен обеспечивать выполнение водноэнергетического режима ра-	ПК-5.1 Определяет оптимальный режим работы	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем <p>уметь:</p>

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
	боты ГЭС/ГАЭС	оборудования для реализации заданного диспетчерского графика нагрузки в соответствии с диспетчерскими командами	– рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем владеть: – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем
		ПК-5.2 Обеспечивает надежный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки	знать: – способы обеспечить надежный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки уметь: – обеспечить надежный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки. владеть: – навыками обеспечить надежный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки.
		ПК-5.3 Руководит проведением пусков и остановок основного оборудования и изменением режимов его работы, производством переключений	знать: – методы расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем уметь: – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем владеть: – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем
		ПК-5.4 Осуществляет ин-	знать: – необходимый объем программного обес-

Планируемые результаты освоения основной профессиональной образовательной программы (компетенции, закрепленные за дисциплиной)		Код и наименование индикатора достижения компетенции, закрепленного за дисциплиной	Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с индикаторами достижения компетенций
код компетенции	наименование компетенции		
		формационное взаимодействие по вопросам эксплуатации оборудования со всеми заинтересованными сторонами	<p>печения и информационных технологий для проектирования и расчета режимов электроэнергетических сетей и систем</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться информационными технологиями при проектировании и расчете режимов работы электрических сетей <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками пользования справочной литературой, электронными изданиями и каталогами, специализированным программным обеспечением

2 Указание места дисциплины в структуре основной профессиональной образовательной программы

Дисциплина «Анализ режимов электроэнергетических систем» входит в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 «Дисциплины (модули)» основной профессиональной образовательной программы – программы магистратуры 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника, направленность (профиль) «Электроэнергетические системы, сети, электропередачи, их режимы, устойчивость и надежность». Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре.

3 Объем дисциплины в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Общая трудоемкость (объем) дисциплины составляет 3 зачетные единицы (з.е.), 108 академических часов.

Таблица 3 - Объем дисциплины

Виды учебной работы	Всего, часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем по видам учебных занятий (всего)	54,1
в том числе:	
лекции	18
лабораторные занятия	-
практические занятия	36
Самостоятельная работа обучающихся (всего)	53,9
Контроль (подготовка к экзамену)	-
Контактная работа по промежуточной аттестации (всего АттКР)	0,1
в том числе:	

Виды учебной работы	Всего, часов
зачет	0,1
зачет с оценкой	не предусмотрен
курсовая работа (проект)	не предусмотрен
экзамен (включая консультацию перед экзаменом)	не предусмотрен

4 Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий

4.1 Содержание дисциплины

Таблица 4.1.1 – Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам)

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Содержание
1	Расчет схем замещения элементов электрической сети.	Составление схем замещения. Особенности расчет схем замещения элементов электрической сети.
2	Расчет электрической сети с односторонним питанием.	Сеть с односторонним питанием. Составление схемы замещения. Особенности расчета электрической сети с односторонним питанием.
3	Расчет электрической сети с двухсторонним питанием.	Сеть с двухсторонним питанием. Составление схемы замещения. Расчет электрической сети с двухсторонним питанием.
4	Расчет кольцевой электрической сети с односторонним питанием	Кольцевая сеть. Составление схемы замещения. Расчет кольцевой электрической сети с односторонним питанием
5	Расчет кольцевой электрической сети с двухсторонним питанием	Кольцевая сеть. Составление схемы замещения. Расчет кольцевой электрической сети с двухсторонним питанием
6	Расчет компенсирующих устройств	Принцип действия компенсирующих устройств и их назначение. Область применения и основные характеристики. Условия выбора. Особенности расчета компенсирующих устройств
7	Регрессионный анализ режима электропотребления	Структура энергопотребления. Особенности регрессионного анализа режима электропотребления
8	Расчет оптимальной конфигурации электрической сети	Виды конфигураций электрической сети. Особенности расчета оптимальной конфигурации электрической сети
9	Основы расчета послеаварийных режимов в электрических сетях	Послеаварийный режим работы. Особенности расчета послеаварийных режимов в электрических сетях

Таблица 4.1.2 –Содержание дисциплины и его методическое обеспечение

№	Раздел (тема) дисциплины	Виды деятель-	Учебно-	Формы теку-	Ком-
---	--------------------------	---------------	---------	-------------	------

п/ п		ности			методиче- ские мате- риалы	щего контроля успеваемости (по неделям семестра)	пе- тен- ции
		лек., час	№ лаб	№ пр.			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Расчет схем замещения элементов электрической сети.	2	-	1	У1-У4, МУ 1,2	С, КО, Р	ПК-1, ПК-5
2	Расчет электрической сети с одно- сторонним питанием.	2	-	2	У1-У4, МУ 1,2	С, КО, Р	ПК-1, ПК-5
3	Расчет электрической сети с двух- сторонним питанием.	2	-	3	У1-У4, МУ 1,2	С, КО, Р	ПК-1, ПК-5
4	Расчет кольцевой электрической сети с односторонним питанием	2	-	4	У1-У4, МУ 1,2	С, КО, Р	ПК-1, ПК-5
5	Расчет кольцевой электрической сети с двухсторонним питанием	2	-	5	У1-У4, МУ 1,2	С, КО, Р	ПК-1, ПК-5
6	Расчет компенсирующих устройств	2	-	6	У1-У4, МУ 1,2	С, КО, Р	ПК-1, ПК-5
7	Регрессионный анализ режима электропотребления	2	-	7	У1-У4, МУ 1,2	С, КО, Р	ПК-1, ПК-5
8	Расчет оптимальной configura- ции электрической сети	2	-	8	У1-У4, МУ 1,2	С, КО, Р	ПК-1, ПК-5
9	Основы расчета послеаварийных режимов в электрических сетях	2	-	8	У1-У4, МУ 1,2	С, КО, Р	ПК-1, ПК-5

У – учебник, учебное пособие; МУ – методические указания; С – собеседование, КО – контрольный опрос; Р – реферат.

4.2 Лабораторные работы и (или) практические занятия

4.2.1 Лабораторные работы

Не предусмотрены учебным планом.

4.2.2 Практические занятия

Таблица 4.2.1 – Практические занятия

№	Наименование практического занятия	Объем, час.
1	Анализ и статистическая обработка графика электрических нагрузок	4
2	Составление схемы замещения линий и расчет ее параметров	4
3	Составление схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов и расчет ее параметров	4
4	Расчет токов в ветвях разомкнутой схемы при помощи коэффициентов токо- распределения	4
5	Прямой метод расчета сложноразомкнутых сетей	4
6	Применение метода контурных уравнений для расчета электрических сетей си- стем электроснабжения	4
7	Применение метода узловых напряжений для расчета электрических сетей си- стем электроснабжения	4
8	Применение регрессионного метода анализа режима электропотребления в системах электроснабжения	8
Итого:		36

4.3 Самостоятельная работа студентов (СРС)

Таблица 4.3 – Самостоятельная работа студентов

№ раздела (темы)	Наименование раздела (темы) дисциплины	Срок выполнения	Время, затрачиваемое на выполнение СРС, час.
1	2	3	4
1	Расчет схем замещения элементов электрической сети.	1, 2 неделя	5
2	Расчет электрической сети с односторонним питанием.	3, 4 неделя	6
3	Расчет электрической сети с двухсторонним питанием.	5, 6 неделя	6
4	Расчет кольцевой электрической сети с односторонним питанием	7, 8 неделя	6
5	Расчет кольцевой электрической сети с двухсторонним питанием	9, 10 неделя	6
6	Расчет компенсирующих устройств	11, 12 неделя	6
7	Регрессионный анализ режима электропотребления	13, 14 неделя	6
8	Расчет оптимальной конфигурации электрической сети	15, 16 неделя	6
9	Основы расчета послеаварийных режимов в электрических сетях	17, 18 неделя	6,9
Итого:			53,9

5 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Студенты могут при самостоятельном изучении отдельных тем и вопросов дисциплин пользоваться учебно-наглядными пособиями, учебным оборудованием и методическими разработками кафедры в рабочее время, установленное Правилами внутреннего распорядка работников.

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающихся по данной дисциплине организуется:

библиотекой университета:

- библиотечный фонд укомплектован учебной, методической, научной, периодической, справочной и художественной литературой в соответствии с УП и данной РПД;
- имеется доступ к основным информационным образовательным ресурсам, информационной базе данных, в том числе библиографической, возможность выхода в Интернет.

кафедрой:

- путем обеспечения доступности всего необходимого учебно-методического и справочного материала;
- путем предоставления сведений о наличии учебно-методической литературы, современных программных средств.
- путем разработки:
 - методических рекомендаций, пособий по организации самостоятельной работы студентов;
 - тем рефератов;
 - вопросов к зачету;
 - методических указаний.

типографией университета:

- помощь авторам в подготовке и издании научной, учебной и методической литературы;
- удовлетворение потребности в тиражировании научной, учебной и методической литературы.

6 Образовательные технологии. Технологии использования воспитательного потенциала дисциплины

Реализация компетентностного подхода предусматривает широкое использование в образовательном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования универсальных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций обучающихся.

Таблица 6.1 – Интерактивные образовательные технологии, используемые при проведении аудиторных занятий

№	Наименование раздела (темы лекции, практического или лабораторного занятия)	Используемые интерактивные образовательные технологии	Объем, час.
1	Анализ и статистическая обработка графика электрических нагрузок (<i>практическое занятие</i>)	Разбор конкретных ситуаций	1
2	Составление схемы замещения линий и расчет ее параметров (<i>практическое занятие</i>)	Разбор конкретных ситуаций	1
3	Составление схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов и расчет ее параметров (<i>практическое занятие</i>)	Разбор конкретных ситуаций	1
4	Расчет токов в ветвях разомкнутой схемы при помощи коэффициентов токораспределения (<i>практическое занятие</i>)	Разбор конкретных ситуаций	1
5	Прямой метод расчета сложнзамкнутых сетей (<i>практическое занятие</i>)	Разбор конкретных ситуаций	1
6	Применение метода контурных уравнений для расчета электрических сетей систем электроснабжения (<i>практическое занятие</i>)	Разбор конкретных ситуаций	1
7	Применение метода узловых напряжений для расчета электрических сетей систем электроснабжения (<i>практическое занятие</i>)	Разбор конкретных ситуаций	1
8	Применение регрессионного метода анализа режима электропотребления в системах электроснабжения (<i>практическое занятие</i>)	Разбор конкретных ситуаций	1
Итого:			8

Содержание дисциплины обладает значительным воспитательным потенциалом, поскольку в нем аккумулирован исторический и современный научный опыт человечества. Реализация воспитательного потенциала дисциплины осуществляется в рамках единого образовательного и воспитательного процесса и способствует непрерывному развитию личности каждого обучающегося. Дисциплина вносит значимый вклад в формирование общепрофессиональной культуры обучающихся. Содержание дисциплины способствует профессионально-трудовому воспитанию обучающихся.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины подразумевает:

- целенаправленный отбор преподавателем и включение в лекционный материал, материал для лабораторных и практических занятий содержания, демонстрирующего обучающимся образцы настоящего научного подвижничества создателей и представителей данной отрасли науки,

высокого профессионализма ученых, их ответственности за результаты и последствия деятельности для человека и общества; примеры подлинной нравственности людей, причастных к развитию науки и производства;

– применение технологий, форм и методов преподавания дисциплины, имеющих высокий воспитательный эффект за счет создания условий для взаимодействия обучающихся с преподавателем, другими обучающимися, представителями работодателей (командная работа, разбор конкретных ситуаций и др.);

– личный пример преподавателя, демонстрацию им в образовательной деятельности и общении с обучающимися за рамками образовательного процесса высокой общей и профессиональной культуры.

Реализация воспитательного потенциала дисциплины на учебных занятиях направлена на поддержание в университете единой развивающей образовательной и воспитательной среды. Реализация воспитательного потенциала дисциплины в ходе самостоятельной работы обучающихся способствует развитию в них целеустремленности, инициативности, креативности, ответственности за результаты своей работы – качеств, необходимых для успешной социализации и профессионального становления.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.1 – Этапы формирования компетенций

Код и наименование компетенции	Этапы формирования компетенций и дисциплины (модули) и практики, при изучении/ прохождении которых формируется данная компетенция		
	начальный	основной	завершающий
ПК-1 Способен формировать новые направления научных исследований и опытно-конструкторских разработок	Современные проблемы электроэнергетики Инновационное оборудование электроэнергетических систем Перенапряжения в электроэнергетических системах Высоковольтные электротехнологические процессы и аппараты	Анализ режимов систем электроснабжения Цифровые технологии в электроэнергетике Цифровые подстанции Производственная практика (научно-исследовательская работа) Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	
ПК-5 Способен обеспечивать выполнение водноэнергетического режима работы ГЭС/ГАЭС	Электропитающие сети и системы. Эксплуатация электрических сетей Диспетчерское управление в электроэнергетических системах	Анализ режимов систем электроснабжения Производственная эксплуатационная практика Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы	

7.2 Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Таблица 7.2 – Показатели и критерии оценивания компетенций, шкала оценивания

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
ПК-1 / основная, завершающий	ПК-1.1 Проводит анализ новых направлений исследований в соответствующей области знаний	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока, конструктивные особенности линий электропередач различного назначения; – методы анализа и синтеза объектов в технической среде. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать и моделировать электрические цепи постоянного и переменного тока, рассчитывать схемы замещения элементов электроэнергетических систем; – применять методы анализа и синтеза объектов в технической среде. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками моделирования и проектирования простейших электрических сетей различного назначения и рода тока; – методами, позволяющими изучаемую электроэнергетическую систему разбить на составные элементы, каждый из которых исследуется в отдельности как часть расчлененного целого, и соединять 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока, конструктивные особенности линий электропередач различного назначения; – методы анализа и синтеза объектов в технической среде. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать и моделировать электрические цепи постоянного и переменного тока, рассчитывать схемы замещения элементов электроэнергетических систем; – применять методы анализа и синтеза объектов в технической среде. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками моделирования и проектирования простейших электрических сетей различного назначения и рода тока; – методами, позволяющими изучаемую электроэнергетическую систему разбить на составные элементы, каждый из которых исследуется в отдельности как часть расчлененного целого, и соединять 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы анализа и моделирования линейных и нелинейных электрических цепей постоянного и переменного тока, конструктивные особенности линий электропередач различного назначения; – методы анализа и синтеза объектов в технической среде. <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – анализировать и моделировать электрические цепи постоянного и переменного тока, рассчитывать схемы замещения элементов электроэнергетических систем; – применять методы анализа и синтеза объектов в технической среде. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками моделирования и проектирования простейших электрических сетей различного назначения и рода тока; – методами, позволяющими изучаемую электроэнергетическую систему разбить на составные элементы, каждый из которых исследуется в отдельности как часть расчлененного целого, и соединять

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		отдельные элементы в единое целое.	отдельные элементы в единое целое.	отдельные элементы в единое целое.
	ПК-1.2 Обосновывает перспективы проведения исследований в соответствующей области знаний	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимый объем программного обеспечения и информационных технологий для проектирования и расчета режимов электроэнергетических сетей и систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться информационными технологиями при проектировании и расчете режимов работы электрических сетей. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками пользования справочной литературой, электронными изданиями и каталогами, специализированным программным обеспечением 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимый объем программного обеспечения и информационных технологий для проектирования и расчета режимов электроэнергетических сетей и систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться информационными технологиями при проектировании и расчете режимов работы электрических сетей. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками пользования справочной литературой, электронными изданиями и каталогами, специализированным программным обеспечением 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимый объем программного обеспечения и информационных технологий для проектирования и расчета режимов электроэнергетических сетей и систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться информационными технологиями при проектировании и расчете режимов работы электрических сетей. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками пользования справочной литературой, электронными изданиями и каталогами, специализированным программным обеспечением
	ПК-1.3 Формирует программы проведения исследований в новых направлениях	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методики расчета технико-экономического обоснования принятых технических решений при проектировании электроэнергетических систем и сетей; – общий алгоритм проектирования 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методики расчета технико-экономического обоснования принятых технических решений при проектировании электроэнергетических систем и сетей; – общий алгоритм проектирования 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методики расчета технико-экономического обоснования принятых технических решений при проектировании электроэнергетических систем и сетей; – общий алгоритм проектирования

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		<p>электрических сетей, выбора номинальных напряжений и конфигурации сети, методы расчетов схем замещения элементов электроэнергетических систем</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать технико-экономические показатели принятого варианта проектного решения; – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета технико-экономических показателей; – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем 	<p>электрических сетей, выбора номинальных напряжений и конфигурации сети, методы расчетов схем замещения элементов электроэнергетических систем</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать технико-экономические показатели принятого варианта проектного решения; – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета технико-экономических показателей; – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем 	<p>электрических сетей, выбора номинальных напряжений и конфигурации сети, методы расчетов схем замещения элементов электроэнергетических систем</p> <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать технико-экономические показатели принятого варианта проектного решения; – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета технико-экономических показателей; – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем
ПК-5 / основной, завершающий	ПК-5.1 Определяет оптимальный режим работы оборудования для реализации заданного диспетчерского графика нагрузки в соответствии с диспетчерскими командами	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закреплённые за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		стем	стем	стем
	ПК-5.2 Обеспечивает надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способы обеспечить надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обеспечить надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками обеспечить надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способы обеспечить надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обеспечить надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками обеспечить надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – способы обеспечить надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – обеспечить надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика нагрузки. <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками обеспечить надёжный, экономичный и безопасный режим работы оборудования и режим эксплуатации сооружений электростанции, экономичное распределение нагрузки между агрегатами с учетом выполнения заданного графика

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		нагрузки.	нагрузки.	нагрузки.
	ПК-5.3 Руководит проведением пусков и остановок основного оборудования и изменением режимов его работы, производством переключений	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – методы расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – рассчитывать эффективные режимы работы электроэнергетических систем <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками расчета эффективных режимов работы электроэнергетических систем
	ПК-5.4 Осуществляет информационное взаимодействие по вопросам эксплуатации оборудования со всеми заинтересованными сторонами	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимый объем программного обеспечения и информационных технологий для проектирования и расчета режимов электроэнергетических сетей и систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться информационными технологиями при проектировании и расчете режимов работы электрических сетей <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками пользования справочной литературой, электронными изданиями и каталогами, специализированным программным 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимый объем программного обеспечения и информационных технологий для проектирования и расчета режимов электроэнергетических сетей и систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться информационными технологиями при проектировании и расчете режимов работы электрических сетей <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками пользования справочной литературой, электронными изданиями и каталогами, специализированным программным 	<p>знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> – необходимый объем программного обеспечения и информационных технологий для проектирования и расчета режимов электроэнергетических сетей и систем <p>уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> – пользоваться информационными технологиями при проектировании и расчете режимов работы электрических сетей <p>владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> – навыками пользования справочной литературой, электронными изданиями и каталогами, специализированным программным

Код компетенции/этап	Показатели оценивания компетенций (индикаторы достижения компетенций, закрепленные за дисциплиной)	Критерии и шкала оценивания компетенций		
		Пороговый уровень («удовлетворительно»)	Продвинутый уровень («хорошо»)	Высокий уровень («отлично»)
		обеспечением	обеспечением	обеспечением

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения основной профессиональной образовательной программы

Таблица 7.3 - Паспорт комплекта оценочных средств для текущего контроля успеваемости

№ п/п	Раздел (тема) дисциплины	Код контролируемой компетенции (или ее части)	Технология формирования	Оценочные средства		Описание шкал оценивания
				Наименование	№№ заданий	
1	Расчет схем замещения элементов электрической сети.	ПК-1, ПК-5	лекции, прак. занятия, СРС	С, КО, Р	С-1, КО-1, Р1-26	Согласно табл. 7.2
2	Расчет электрической сети с односторонним питанием.	ПК-1, ПК-5	лекции, прак. занятия, СРС	С, КО, Р	С-2, КО-2, Р1-26	Согласно табл. 7.2
3	Расчет электрической сети с двухсторонним питанием.	ПК-1, ПК-5	лекции, прак. занятия, СРС	С, КО, Р	С-3, КО-3, Р1-26	Согласно табл. 7.2
4	Расчет кольцевой электрической сети с односторонним питанием	ПК-1, ПК-5	лекции, прак. занятия, СРС	С, КО, Р	С-4, КО-4, Р1-26	Согласно табл. 7.2
5	Расчет кольцевой электрической сети с двухсторонним питанием	ПК-1, ПК-5	лекции, прак. занятия, СРС	С, КО, Р	С-5, КО-5, Р1-26	Согласно табл. 7.2
6	Расчет компенсирующих устройств	ПК-1, ПК-5	лекции, прак. занятия, СРС	С, КО, Р	С-6, КО-6, Р1-26	Согласно табл. 7.2
7	Регрессионный анализ режима электропотребления	ПК-1, ПК-5	лекции, прак. занятия, СРС	С, КО, Р	С-7, КО-7, Р1-26	Согласно табл. 7.2
8	Расчет оптимальной конфигурации электрической сети	ПК-1, ПК-5	лекции, прак. занятия, СРС	С, КО, Р	С-8, КО-8, Р1-26	Согласно табл. 7.2
9	Основы расчета послеаварийных режимов в электрических сетях	ПК-1, ПК-5	лекции, прак. занятия, СРС	С, КО, Р	С-9, КО-9, Р1-26	Согласно табл. 7.2

С – собеседование; КО – контрольный опрос по разделу; Р – реферат.

Примеры типовых контрольных заданий для проведения текущего контроля успеваемости

Вопросы собеседования по разделу (теме) 1. «Расчет схем замещения элементов электрической сети»

1. Порядок составления схемы замещения

Пример 1. Кольцевая сеть (рис. 1) напряжением 110 кВ связывает электростанцию 1 с понижающими подстанциями 2, 3, имеющими расчетные нагрузки $\underline{S}_2 = 38,16 + j29,17$ МВ·А и $\underline{S}_3 = 39,2 + j32,89$ МВ·А. Марки проводов, длины линий указаны на рисунке. Сопротивления их равны: $\underline{Z}_{12} = 3,6 + j12,15$ Ом, $\underline{Z}_{23} = 9,84 + j10,21$ Ом, $\underline{Z}_{13} = 8,1 + j20,65$ Ом. Напряжение на шинах электростанции равно 117,7 кВ. Определим мощность, которая поступает с шин электростанции. Расчет проведем без учета потерь мощности.

Составим схему замещения сети в виде линии с двухсторонним питанием, разрезая кольцо в узле 1. Определим приближенное потокораспределение в кольце с целью выявления точки потокораздела:

$$\begin{aligned} \underline{S}_{12} &= \frac{(36,18 + j29,17)(9,84 - j10,21 + 8,1 - j20,65) +}{3,6 - j12,15 + 9,84 - j10,21 +} \rightarrow \\ &\rightarrow \frac{+(39,2 + j32,89)(8,1 - j20,65)}{+ 8,1 - j20,65} = 44,82 + j36,75 \text{ МВ·А;} \\ \underline{S}_{43} &= \frac{(39,2 + j32,89)(9,84 - j10,21 + 3,6 - j12,15) +}{3,6 - j12,15 + 9,84 - j10,21 +} \rightarrow \\ &\rightarrow \frac{+(36,18 + j29,17)(3,6 - j12,15)}{+ 8,1 - j20,65} = 30,56 + j25,31 \text{ МВ·А.} \end{aligned}$$

Проверим правильность определения потоков мощности на головных линиях кольца по условию $\underline{S}_{12} + \underline{S}_{43} = \underline{S}_2 + \underline{S}_3$:

$$44,82 + j36,75 + 30,56 + j25,31 = 75,38 + j62,06$$

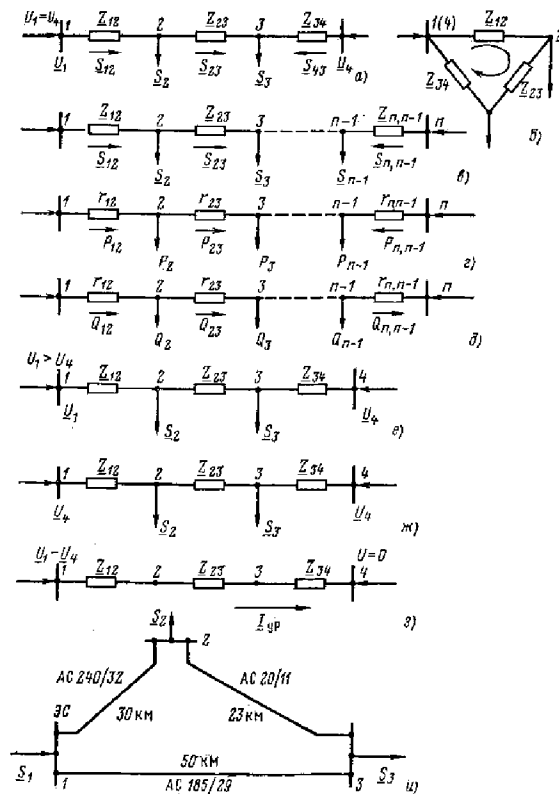


Рис 1. Распределение потоков мощности в линии с двухсторонним питанием без учета по-

ть мощности:

a —схема замещения линии с четырьмя узлами; b —иллюстрация второго закона Кирхгофа; v —линия с n узлами; z, d —распределение P и Q в однородной линии; e —линия с четырьмя узлами при $U_1 > U_4$; $ж, з$ —эквивалентное представление линии на рис. e ; u —схема кольцевой сети 110 кВ.

Значения \underline{S}_{12} и \underline{S}_{43} определены верно. Находим поток мощности в линии 23 по первому закону Кирхгофа для узла 2:

$$\underline{S}_{23} = \underline{S}_{12} - \underline{S}_2 = 44,82 + j36,75 - (36,18 + j29,17) = 8,64 + j7,58 \text{ МВ}\cdot\text{А}.$$

Узел 3 — точка потокораздела активной и реактивной мощности. Мощность, поступающая с шин электростанции и определенная без учета потерь мощности, равна

$$\underline{S}_1 = \underline{S}_{12} + \underline{S}_{43} = 75,38 + j62,06 \text{ МВ}\cdot\text{А}.$$

Пример 2. Определим падение и потерю напряжения в линии, рассмотренной в примере 1, по известным мощности нагрузки $\underline{S}_2 = 15 + j10$ МВ·А и напряжению в конце линии $\underline{U}_2 = 109,8 - j2,65$ кВ.

Используя параметры линии, а также мощность в конце линии \underline{S}_{12}^k , найдем продольную и поперечную составляющие падения напряжения по данным конца:

$$\Delta U_{12}^k = \frac{15 \cdot 24,48 + 8,74 \cdot 34,72}{109,8} = 6,11 \text{ кВ};$$

$$\delta U_{12}^k = \frac{15 \cdot 34,72 - 8,74 \cdot 24,48}{109,8} = 2,8 \text{ кВ}.$$

Напряжение в начале линии равно

$$\underline{U}_1 = 109,8 - j2,65 + 6,11 + j2,8 \approx 115,9 + j0,15 \text{ кВ}.$$

Модуль напряжения в начале линии

$$U_1 = \sqrt{115,9^2 + 0,15^2} = 115,9 \text{ кВ}.$$

Потеря напряжения

$$U_1 - U_2 = 115,9 - 109,8 = 6,1 \text{ кВ}.$$

Пример 3. Определим падение и потерю напряжения в линии, рассмотренной в примере 1, по известным мощности в начале линии $\underline{S}_{12}^h = 15,61 + j9,6$ МВ·А и напряжению в начале линии $\underline{U} = 115,9 + j0,15$ кВ; $U_1 = 115,9$ кВ.

Используя параметры линии, приведенные в примере 1, найдем продольную и поперечную составляющие падения напряжения по данным начала:

$$\Delta U_{12}^h = \frac{15,61 \cdot 24,48 + 9,6 \cdot 34,72}{115,9} = 6,17 \text{ кВ};$$

$$\delta U_{12}^h = \frac{15,61 \cdot 34,72 - 9,6 \cdot 24,48}{115,9} = 2,65 \text{ кВ}.$$

Напряжение в конце линии

$$\underline{U}_2 = 115,9 + j0,15 - 6,17 - j2,65 \approx 109,7 - j2,5 \text{ кВ}.$$

Модуль напряжения в конце линии

$$U_2 = \sqrt{109,7^2 + 2,5^2} = 109,7 \text{ кВ}.$$

Потеря напряжения $U_1 - U_2 = 115,9 - 109,7 = 6,2$ кВ.

Пример 4. Электрическая сеть 10 кВ выполнена кабельными линиями (рис. 2). Коэффициенты мощности нагрузок $\cos \varphi = 0,96$.

Найдем наибольшую потерю напряжения в сети. По табл. найдем удельные параметры кабелей:

$$\text{ААБ 95: } r_0 = 0,323 \text{ Ом/км, } x_0 = 0,083 \text{ Ом/км;}$$

$$\text{ААБ 50: } r_0 = 0,62 \text{ Ом/км, } x_0 = 0,09 \text{ Ом/км.}$$

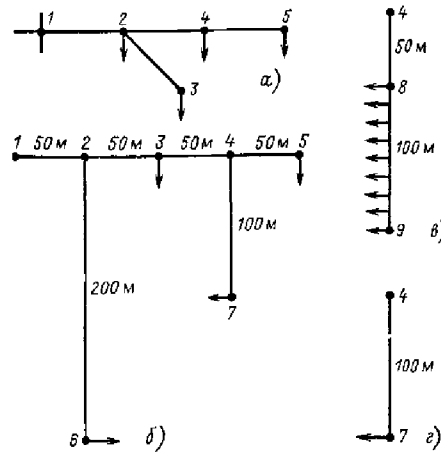


Рис. 2 Конфигурации разветвленной распределительной сети:

a — к определению наибольшей потери напряжения; *б* — схема сети; *в* — участок с равномерно распределенной нагрузкой; *г* — тот же участок после замены распределенной нагрузки на сосредоточенную

Активные и реактивные сопротивления линий:

$$r_{12} = 0,5 \cdot 0,326 \cdot 0,64 = 0,104 \text{ Ом;}$$

$$x_{12} = 0,5 \cdot 0,083 \cdot 0,64 = 0,027 \text{ Ом;}$$

$$r_{23} = 0,5 \cdot 0,62 \cdot 0,5 = 0,155 \text{ Ом;}$$

$$x_{23} = 0,5 \cdot 0,09 \cdot 0,5 = 0,022 \text{ Ом.}$$

По первому закону Кирхгофа найдем активные мощности, передаваемые по линиям:

$$P_{12} = P_2 + P_3 = 1880 + 1930 = 3810 \text{ кВт;}$$

$$P_{23} = P_3 = 1930 \text{ кВт.}$$

По активным мощностям и коэффициенту мощности находим реактивные мощности в линиях:

$$Q_{12} = P_{12} \operatorname{tg} \varphi = 3810 \cdot 0,292 = 1113 \text{ квар;}$$

$$Q_{23} = P_{23} \operatorname{tg} \varphi = 1930 \cdot 0,292 = 564 \text{ квар.}$$

Потери напряжения в линиях 23 и 12

$$\Delta U_{23} = \frac{1930 \cdot 0,155 + 564 \cdot 0,022}{10} = 31,2 \text{ В;}$$

$$\Delta U_{12} = \frac{(1880 + 1930)0,104 + (1113 + 564)0,027}{10} = 44,2 \text{ В.}$$

Наибольшая потеря напряжения в сети

$$\Delta U_{нб} = \Delta U_{12} + \Delta U_{23} = 31,2 + 44,2 = 75,4 \text{ В;}$$

$$\Delta U_{нб} \% = \frac{0,0754}{10} 100 = 0,75\%$$

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Рефераты

1. Понятие электрических сетей и систем
2. Особенности работы электрических систем
3. Задачи расчета электрических сетей
4. Напряжения электротехнических установок.
5. Схемы замещения, потери мощности в трансформаторах.
6. Расчет режимов сети. Основные допущения.
7. Схемы замещения электрических сетей.
8. Расчет «по данным конца» линии.
9. Расчет «по данным начала» линии.
10. Потери мощности в линиях с распределенными параметрами.
11. Потери мощности в трансформаторе.
12. Определение потерь электрической энергии
13. Расчет замкнутых сетей.
14. Расчет сети с разными номинальными напряжениями
15. Баланс активной мощности.
16. Баланс реактивной мощности.
17. Компенсация реактивной мощности.
18. Показатели качества электроэнергии.
19. Методы регулирования напряжения.
20. Схемы электрических сетей.
21. Выбор варианта сети с учетом надежности.
22. Методы снижения потерь мощности и энергии в электрических сетях.
23. Способы и средства регулирования режимов электрических систем
24. Оптимальное распределение мощностей в замкнутых сетях.
25. Методы расчета потерь электроэнергии.
26. Мероприятия по снижению потерь электроэнергии.

Полностью оценочные средства представлены в учебно-методическом комплексе дисциплины.

Типовые задания для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета. Зачет проводится в виде бланкового или компьютерного тестирования.

Для тестирования используются контрольно-измерительные материалы (КИМ) – вопросы и задания в тестовой форме, составляющие банк тестовых заданий (БТЗ) по дисциплине, утвержденный в установленном в университете порядке.

Проверяемыми на промежуточной аттестации элементами содержания являются темы дисциплины, указанные в разделе 4 настоящей программы. Все темы дисциплины отражены в КИМ в равных долях (%). БТЗ включает в себя не менее 100 заданий и постоянно пополняется. БТЗ хранится на бумажном носителе в составе УММ и электронном виде в ЭИОС университета.

Для проверки *знаний* используются вопросы и задания в различных формах:

- закрытой (с выбором одного или нескольких правильных ответов),
- открытой (необходимо вписать правильный ответ),

- на установление правильной последовательности,
- на установление соответствия.

Умения, навыки(или опыт деятельности) и компетенции проверяются с помощью компетентностно-ориентированных задач и различного вида конструкторов. Все задачи являются многоходовыми. Некоторые задачи, проверяющие уровень сформированности компетенций, являются многовариантными. Часть умений, навыков и компетенций прямо не отражена в формулировках задач, но они могут быть проявлены обучающимися при их решении.

В каждый вариант КИМ включаются задания по каждому проверяемому элементу содержания во всех перечисленных выше формах и разного уровня сложности. Такой формат КИМ позволяет объективно определить качество освоения обучающимися основных элементов содержания дисциплины и уровень сформированности компетенций.

Примеры типовых заданий для проведения промежуточной аттестации обучающихся

Задание в закрытой форме:

Сколько видов регулирования частоты существует? (*укажите правильный ответ*)

- 1) три
- 2) два
- 3) пять

Задание в открытой форме:

Вставьте на пустые места в формулу закона Ома для параллельной RLC-цепи синусоидального тока $I = U\sqrt{(\quad)^2 + (\quad) - (\quad)^2}$ символы из следующего списка: $P, X_C, G, R, Q, X_L, B_L, S, B_C$

Компетентностно-ориентированная задача:

По линии электропередачи, напряжением 220 кВ, выполненной проводом АС, протекает ток 100 А. Определить сечение провода, если экономическая плотность тока равна 1,1 А/мм²

Полностью оценочные материалы и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации обучающихся представлены в УММ по дисциплине.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций, регулируются следующими нормативными актами университета:

- положение П 02.016–2018 О балльно-рейтинговой системе оценивания результатов обучения по дисциплинам (модулям) и практикам при освоении обучающимися образовательных программ;
- методические указания, используемые в образовательном процессе, указанные в списке литературы.

Для *текущего контроля успеваемости* по дисциплине в рамках действующей в университете балльно-рейтинговой системы применяется следующий порядок начисления баллов:

Таблица 7.4 – Порядок начисления баллов в рамках БРС

Форма контроля	Минимальный балл		Максимальный балл	
	балл	примечание	балл	примечание
Практическое занятие № 1	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
Практическое занятие № 2	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%

Практическое занятие № 3	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
Практическое занятие № 4	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
Практическое занятие № 5	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
Практическое занятие № 6	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
Практическое занятие № 7	2	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	4	Материал усвоен более чем на 50%
Практическое занятие № 8	4	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	8	Материал усвоен более чем на 50%
СРС	6	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	12	Материал усвоен более чем на 50%
Итого	24	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%	48	Выполнил, доля правильных ответов менее 50%
Посещаемость	0		16	
Зачет	0		36	
Итого	24		100	

Для промежуточной аттестации обучающихся, проводимой в виде тестирования, используется следующая методика оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности. В каждом варианте КИМ –16 заданий (13 вопросов и три задачи).

Каждый верный ответ оценивается следующим образом:

- задание в закрытой форме – 1-2 балла,
- задание в открытой форме – 2 балла,
- задание на установление соответствия – 2 балла,
- решение компетентностно-ориентированной задачи – 4 балла.

Максимальное количество баллов за тестирование –36 баллов.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

8.1 Основная учебная литература

1. Электроэнергетические системы и управление ими : учебное пособие / А. Г. Русина, Т. А. Филиппова, А. Ю. Арестова и др. ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2018. – 74 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=574692>. (дата обращения 12.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

2. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учебник / А. В. Лыкин ; Новосибирский государственный технический университет. – Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. – 363 с. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=575236>. (дата обращения 12.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

3. Автоматизация расчетов режимов потоков активной мощности в электроэнергетических системах : монография / С. В. Горелов, С. О. Хомутов, И. А. Поляков, Ю. М. Денчик ; под ред. В. П. Горелова, В. Г. Сальникова. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2016. – 123 с. : ил., схем., табл. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=437456>. (дата обращения 12.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

4. Моделирование аварийных режимов в системах электроснабжения железных дорог : монография / Е. А. Алексеенко, Ю. Н. Булатов, В. П. Закарюкин, А. В. Крюков ; под общ. ред. А. В. Крюкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва ; Берлин : Директ-Медиа, 2017. – 183 с. : ил., схем., табл. – URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=471692>. (дата обращения 12.09.2020). – Режим доступа: по подписке. – Текст : электронный.

8.2 Дополнительная учебная литература

1. Баркан, Я. Д. Эксплуатация электрических систем : учебное пособие / Я. Д. Баркан. - М. : Высшая школа, 1990. - 302 с. - Текст : непосредственный.
2. Блок, В. М. Электрические сети и системы : учебное пособие для спец. вузов / В. М. Блок. - М. : Высшая школа, 1986. - 430 с. - Текст : непосредственный.
3. Идельчик, В. И. Электрические системы и сети : учебник / В. И. Идельчик. - М. : Энергоатомиздат, 1989. - 592 с. - Текст : непосредственный.
4. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учебное пособие / А. В. Лыкин. - М. : Логос, 2007. - 254 с. - Текст : непосредственный.
5. Ополева, Г. Н. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник / Г. Н. Ополева. - М. : ИНФРА-М, 2008. - 480 с. - Текст : непосредственный.
6. Справочник по проектированию электрических сетей / под ред. Д. Л. Файбисовича. - М. : НЦ ЭНАС, 2005. - 320 с. - Текст : непосредственный.
7. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие : [предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника»] / Н. В. Хорошилов [и др.] ; Юго-Западный государственный университет. - Курск : ЮЗГУ, 2014. - 147 с. - Текст : непосредственный.
8. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие : [предназначено для студентов, обучающихся по направлению подготовки 140400.62 «Электроэнергетика и электротехника»] / Н. В. Хорошилов [и др.] ; Юго-Западный государственный университет. - Курск : ЮЗГУ, 2014. - 147 с. – Текст : электронный.

8.3 Перечень методических указаний

1. Организация самостоятельной работы обучающихся : методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся направления подготовки 13.04.02 «Электроэнергетика и электротехника» / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост. В. И. Бирюлин [и др.]. - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 30 с. – Текст : электронный.
2. Анализ режимов систем электроснабжения : методические указания к практическим занятиям для студентов направления подготовки 13.04.02 Электроэнергетика и электротехника / Юго-Зап. гос. ун-т ; сост.: В. И. Бирюлин, А. Н. Горлов, Д. В. Куделина. - Электрон. текстовые дан. (510 КБ). - Курск : ЮЗГУ, 2017. - 25 с. – Текст : электронный.

8.4 Другие учебно-методические материалы

1. Журнал Санкт-Петербургского национального исследовательского университета информационных технологий, механики и оптики «Известия высших учебных заведений. Приборостроение» (включен в перечень ВАК России). Режим доступа: http://elibrary.ru/title_about.asp?id=7719
2. Отраслевые научно-технические журналы в библиотеке университета:
Измерительная техника
Электричество
Приборы и системы

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. <http://www.lib.swsu.ru> - Электронная библиотека ЮЗГУ

2. <http://window.edu.ru/library> - Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»
3. <http://www.biblioclub.ru> - Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека online»
4. <http://www.rsl.ru> - Российская государственная библиотека
5. <http://www.nlr.ru> - Российская национальная библиотека
6. <http://www.gpntb.ru> - Государственная публичная научно-техническая библиотека
7. <http://www.ruslan.ru:8001/rus/rcls/resources> - Библиотечная сеть учреждений науки и образования RUSLANet

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Основными видами аудиторной работы студентов являются лекции, практические занятия. Студент не имеет права пропускать занятия без уважительных причин.

В ходе лекций преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы, дает рекомендации на лабораторные и практические занятия и указания на самостоятельную работу. В ходе лекции студент должен внимательно слушать и конспектировать материал.

Изучение наиболее важных тем или разделов дисциплины завершают практические занятия, которые обеспечивают: контроль подготовленности студента; закрепление учебного материала; приобретение опыта устных публичных выступлений, ведения дискуссии, в том числе аргументации и защиты выдвигаемых положений и тезисов.

Качество учебной работы студентов преподаватель оценивает по результатам тестирования, собеседования.

В процессе обучения преподаватели используют активные формы работы со студентами: привлечение студентов к творческому процессу на лекциях и практических занятиях, участие в групповых и индивидуальных консультациях (собеседовании). Эти формы способствуют выработке у студентов умения работать с учебником и литературой. Изучение литературы составляет значительную часть самостоятельной работы студента. Прочитанное следует закрепить в памяти и одним из приемов закрепления освоенного материала является конспектирование, без которого немислима серьезная работа над литературой. Систематическое конспектирование помогает научиться правильно, кратко и четко излагать своими словами прочитанный материал.

Самостоятельную работу следует начинать с первых занятий. От занятия к занятию нужно регулярно изучать конспект лекций, знакомиться с соответствующими разделами учебника, читать и конспектировать литературу по каждой теме дисциплины. Самостоятельная работа дает студентам возможность равномерно распределить нагрузку, способствует более глубокому и качественному усвоению учебного материала. В случае необходимости студенты обращаются за консультацией к преподавателю по вопросам дисциплины с целью усвоения и закрепления компетенций.

Основная цель самостоятельной работы студента – закрепить теоретические знания, полученные в процессе лекционных занятий, а также сформировать практические навыки самостоятельного анализа особенностей дисциплины. При самостоятельном изучении дисциплины, подготовке к аудиторным занятиям и выполнении домашних заданий студенты должны использовать учебную литературу по дисциплине, в первую очередь из списка подразделов 8.1, 8.2 и учебно-методические указания из подраздела 8.3.

11 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости)

Libreoffice операционная система Windows
 Антивирус Касперского (или ESETNOD)

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

Учебная аудитория а.411, оснащенная учебной мебелью: столы, стулья для обучающихся; стол, стул для преподавателя; доска; мультимедиа центр: ноутбук ASUS X50VL PMD-T2330/14"/1024 Mb/16 OGb/сумка/проектор inFocus 1N24.

13 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).

Для лиц с нарушением слуха возможно предоставление учебной информации в визуальной форме (краткий конспект лекций; тексты заданий, напечатанные увеличенным шрифтом), на аудиторных занятиях допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Текущий контроль успеваемости осуществляется в письменной форме: обучающийся письменно отвечает на вопросы, письменно выполняет практические задания. Доклад (реферат) также может быть представлен в письменной форме, при этом требования к содержанию остаются теми же, а требования к качеству изложения материала (понятность, качество речи, взаимодействие с аудиторией и т. д.) заменяются на соответствующие требования, предъявляемые к письменным работам (качество оформления текста и списка литературы, грамотность, наличие иллюстрационных материалов и т.д.). Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости время подготовки к ответу может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации, а также использование на аудиторных занятиях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). Допускается присутствие на занятиях ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, на аудиторных занятиях, а также при проведении процедур текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации могут быть предоставлены необходимые технические средства (персональный компьютер, ноутбук или другой гаджет); допускается присутствие ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь (занять рабочее место, передвигаться по аудитории, прочесть задание, оформить ответ, общаться с преподавателем).

14 Лист дополнений и изменений, внесенных в рабочую программу дисциплины

Номер изменения	Номера страниц				Всего страниц	Дата	Основание для изменения и подпись лица, проводившего изменения
	изменённых	заменённых	аннулированных	новых			