ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Иркутский государственный университет путей сообщения»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

УТВЕРЖДЕНА
приказом ректора
от «30» мая 2025 г. № 51

Б1.О.51 Электрические сети и системы

рабочая программа дисциплины

Специальность/направление подготовки – 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов
Специализация/профиль – Электроснабжение железных дорог
Квалификация выпускника – Инженер путей сообщения
Форма и срок обучения – очная форма 5 лет; заочная форма 6 лет
Кафедра-разработчик программы – Электроэнергетика транспорта

Общая трудоемкость в з.е. – 4
Часов по учебному плану (УП) – 144

Формы промежуточной аттестации
очная форма обучения:
зачет 7 семестр, курсовая работа 7 семестр
заочная форма обучения:
зачет 5 курс, курсовая работа 5 курс

Очная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Семестр	7	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	68	**68**
– лекции	17	**17**
– практические (семинарские)	34	**34**
– лабораторные	17	**17**
Самостоятельная работа	76	**76**
Итого	144	**144**

Заочная форма обучения **Распределение часов дисциплины по семестрам**

Курс	5	**Итого**
Вид занятий	Часов по УП	**Часов по УП**
Аудиторная контактная работа по видам учебных занятий/ в т.ч. в форме ПП*	16	**16**
– лекции	4	**4**
– практические (семинарские)	8	**8**
– лабораторные	4	**4**
Самостоятельная работа	124	**124**
Зачет	4	**4**
Итого	144	**144**

ИРКУТСК

Электронный документ выгружен из ЕИС ФГБОУ ВО ИрГУПС и соответствует оригиналу
Подписант ФГБОУ ВО ИрГУПС Трофимов Ю.А.
009B9D93267016946D4792FA33A1E1FAE3 с 22 января 2025 г. по 17 апреля 2026 г.Подпись соответствует файлу документа

Рабочая программа дисциплины разработана в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования – специалитет по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, утвержденным Приказом Минобрнауки России от 27.03.2018 г. № 217.

Программу составил(и):
к.т.н., доцент, доцент, М.Л. Дмитриева

Рабочая программа рассмотрена и одобрена для использования в учебном процессе на заседании кафедры «Электроэнергетика транспорта», протокол от «20» мая 2025 г. № 9

Зав. кафедрой, канд. техн. наук, доцент В.А. Тихомиров

1 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 Цель дисциплины

1	формирование у студента знаний и представлений в области теории и практики электрических систем и их основных объектов, что позволит ему квалифицированно проводить проектирование и эксплуатацию различных электроэнергетических устройств

1.2 Задачи дисциплины

1	получение общих сведений о структуре и элементах электрических сетей и систем
2	изучение методов определения основных параметров электрических сетей
3	построение математических моделей для расчета нагрузок
4	выбор оптимальных режимов работы электрических сетей, оценка технико-экономической эффективности и рисков капиталовложений

1.3 Цель воспитания и задачи воспитательной работы в рамках дисциплины

Профессионально-трудовое воспитание обучающихся

Цель профессионально-трудового воспитания – формирование у обучающихся осознанной профессиональной ориентации, понимания общественного смысла труда и значимости его для себя лично, ответственного, сознательного и творческого отношения к будущей деятельности, профессиональной этики, способности предвидеть изменения, которые могут возникнуть в профессиональной деятельности, и умению работать в изменённых, вновь созданных условиях труда.

Цель достигается по мере решения в единстве следующих задач:

– формирование сознательного отношения к выбранной профессии;

– воспитание чести, гордости, любви к профессии, сознательного отношения к профессиональному долгу, понимаемому как личная ответственность и обязанность;

– формирование психологии профессионала;

– формирование профессиональной культуры, этики профессионального общения;

– формирование социальной компетентности и другие задачи, связанные с имиджем профессии и авторитетом транспортной отрасли

2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Блок/часть ОПОП	Блок 1. Дисциплины / Обязательная часть

2.1 Дисциплины и практики, на которых основывается изучение данной дисциплины

1	Б1.О.26.04 Тяговые и трансформаторные подстанции
2	Б1.В.ДВ.02.01 Электронная техника и преобразователи в электроснабжении

2.2 Дисциплины и практики, для которых изучение данной дисциплины необходимо как предшествующее

1	Б1.О.44 Системы технической диагностики и мониторинга систем электроснабжения
2	Б1.О.48 Электроснабжение железных дорог
3	Б1.О.49 Сооружение, монтаж и эксплуатация устройств электроснабжения
4	Б1.В.ДВ.03.01 Электротехнологические установки и освещение
5	Б1.В.ДВ.04.01 Энергосбережение в электроэнергетике
6	Б1.В.ДВ.05.01 Техника высоких напряжений
7	Б2.О.04(Пд) Производственная - преддипломная практика
8	Б3.01(Д) Выполнение выпускной квалификационной работы
9	Б3.02(Д) Защита выпускной квалификационной работы

3 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ТРЕБОВАНИЯМИ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения
ПК-4 Способен осуществлять работы по проектированию, внедрению, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций,	ПК-4.2 Использует знания фундаментальных инженерных теорий для расчета параметров и технических характеристик основных узлов и устройств при проектировании, внедрении, технической эксплуатации и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных	Знать: общие сведения об электрических сетях и системах, функциональное назначение элементов электрических сетей и систем, их конструктивное исполнение, виды и цели проводимых расчетов, эксплуатационные особенности и особенности проектирования; методы определения технико-экономических параметров элементов электрических сетей и систем, характер и методы соответствующих экономических расчетов, существующие нормативные документы и правила; принципы построения схемы сетей различного назначения, особенности формирования структуры электрической системы; основные технико-экономические проблемы проектирования; параметры электрических линий и

линейных устройств системы тягового электроснабжения, воздушных линий электропередач, контактной сети постоянного и переменного тока	устройств системы тягового электроснабжения, контактной сети и воздушных линий электропередачи	трансформаторов
		Уметь: использовать методы определения основных параметров электрических сетей и расчета нагрузок их элементов, выбора оптимальных режимов их работы; вопросы оценки технико-экономической эффективности капиталовложений в электрические сети; основные принципы проектирования и устройства электрических сетей транспортных предприятий электрических систем
		Владеть: методами определения основных параметров элементов электрических систем по критериям технической допустимости, требуемой надежности и экономичности; методами проектирования и эксплуатации электрических распределительных и питающих сетей, определения экономически оптимальных решений в части схем и параметров электрических подсистем, учета аварийных ситуаций методами обеспечения устойчивой работы электрических систем с учетом возможных аварийных ситуаций в сетях напряжением 110 кВ и выше, обеспечения качества электроэнергии в нормальных и после аварийных режимах работы сетей всех видов

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					Заочная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб	СР	
1.0	**Общие сведения и устройство электрических сетей**											
1.1	Определения энергосистемы, электрической системы и электрической сети. Элементы энергосистем и их характеристика. Технологические особенности энергосистем. Преимущества объединения электростанций в энергосистему. Электроустановки, их номинальные данные. Шкалы номинальных напряжений электроустановок. Классификация электрических сетей. Основные требования	7	2	4	2	10	5/уст.	0.5	1	0.5	10	ПК-4.2
2.0	**Характеристики и параметры элементов электрических сетей**											
2.1	Схемы замещения линий электропередачи. Потери мощности в линиях электропередачи. Схемы замещения трансформаторов двухобмоточных, трехобмоточных, с расщепленными обмотками низкого напряжения) и автотрансформаторов. Потери мощности в трансформаторах. Статические характеристики нагрузок потребителей.	7	2	4	2	10	5/уст.	0.5	1	0.5	14	ПК-4.2

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	**Наименование разделов, тем и видов работ**	**Очная форма**					**Заочная форма**					***Код индикатора достижения компетенции**
		Семестр	**Часы**				**Курс**	**Часы**				
			Лек	**Пр**	**Лаб**	**СР**		**Лек**	**Пр**	**Лаб**	**СР**	
	Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем.											
3.0	**Расчет установившихся режимов электрических сетей**											
3.1	Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения в линии. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце. Расчет разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания. Расчетные нагрузки подстанций. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Определение наибольшей потери напряжения. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой. Распределение потоков мощности и напряжения в простых замкнутых сетях.	7	2	6	2	12	5/уст.	1	2	1	20	ПК-4.2
4.0	**Балансы мощностей в электрических системах. Регулирование напряжения в электрических системах**											
4.1	Баланс активной мощности и его связь с частотой. Регулирование частоты вращения турбины. Регулирование частоты в электрической системе. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие	7	4	6	4	12	5/уст.	0.5	1	0.5	20	ПК-4.2

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ												
Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					Заочная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб	СР	
	устройства. Расстановка компенсирующих устройств.											
5.0	**Технико-экономические расчеты в электрических сетях**											
5.1	Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Технико-экономические показатели. Технико-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор вариантов сети с учетом надежности. Выбор номинального напряжения. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения. Особенности выбора и проверки сечений в простых замкнутых сетях. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева. Схемы электрических сетей.	7	2	6	2	12	5/уст.	0.5	1	0.5	20	ПК-4.2
6.0	**Потери мощности и электроэнергии в электрической системе, мероприятия по их снижению**											
6.1	Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь. Основные понятия и определения. Структура потерь. Технические потери электроэнергии в элементах электрических систем. Нормативные методы расчета переменных потерь и области их применения. Метод характерных суточных графиков нагрузок. Метод времени наибольших потерь. Классификация мероприятий по снижению потерь. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок. Размыкание контуров электрической сети.	7	2	4	2	10	5/уст.	0.5	1	0.5	20	ПК-4.2
7.0	**Энергетические системы электрического железнодорожного транспорта**											

4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Код	Наименование разделов, тем и видов работ	Очная форма					Заочная форма					*Код индикатора достижения компетенции
		Семестр	Часы				Курс	Часы				
			Лек	Пр	Лаб	СР		Лек	Пр	Лаб	СР	
7.1	Системы электроснабжения железнодорожных станций. Структуризация систем электроснабжения.	7	3	4	3	10	5/уст.	0.5	1	0.5	20	ПК-4.2
	Форма промежуточной аттестации – зачет	7					5/зимняя	4				ПК-4.2
	Итого часов (без учёта часов на промежуточную аттестацию)		17	34	17	76		4	8	4	124	

5 ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине оформлен в виде приложения № 1 к рабочей программе дисциплины и размещен в электронной информационно-образовательной среде Университета, доступной обучающемуся через его личный кабинет

6 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1 Учебная литература

6.1.1 Основная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.1.1	Блок, В. М. Электрические сети и системы : учеб. пособие / В. М. Блок. М. : Высш. шк., 1986. - 430с.	74

6.1.2 Дополнительная литература

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.2.1	Герасименко, А. А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие - 3-е изд., перераб. / А. А. Герасименко, В. Т. Федин. М. : Кнорус, 2012. - 645с.	9
6.1.2.2	Караев, Р. И. Электрические сети и энергосистемы : Учеб. для вузов - 3-е изд., перераб. и доп / Р.И. Караев, С.Д. Волобринский, И.Н. Ковалев. М. : Транспорт, 1988. - 326с.	92

6.1.3 Учебно-методические разработки (в т. ч. для самостоятельной работы обучающихся)

	Библиографическое описание	Кол-во экз. в библиотеке/ онлайн
6.1.3.1	Дмитриева М.Л. Методические указания по изучению дисциплины Б1.О.51 Электрические сети и системы по специальности 23.05.05 Системы обеспечения движения поездов, специализация Электроснабжение железных дорог/ М.Л. Дмитриева; ИрГУПС. – Иркутск : ИрГУПС, 2025. – 16 с. - Текст: электронный. - URL: https://www.irgups.ru/eis/for_site/umkd_files/mu_66793_1416_2025_1_signed.pdf	Онлайн

6.2 Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

6.3 Программное обеспечение и информационные справочные системы

6.3.1 Базовое программное обеспечение

6.3.1.1	Microsoft Windows Professional 10, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.2	Microsoft Office Russian 2010, государственный контракт от 20.07.2021 № 0334100010021000013-01
6.3.1.3	FoxitReader, свободно распространяемое программное обеспечение http://free-software.com.ua/pdf-viewer/foxit-reader/
6.3.1.4	Adobe Acrobat Reader DC свободно распространяемое программное обеспечение https://get.adobe.com/ru/reader/enterprise/
6.3.1.5	Яндекс. Браузер. Прикладное программное обеспечение общего назначения, Офисные

	приложения, лицензия – свободно распространяемое программное обеспечение по лицензии BSD License
6.3.2 Специализированное программное обеспечение	
6.3.2.1	Не предусмотрено
6.3.3 Информационные справочные системы	
6.3.3.1	Не предусмотрены
6.4 Правовые и нормативные документы	
6.4.1	Не предусмотрены

7 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ УЧЕБНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ

1	Корпуса А, Б, В, Г, Д, Е ИрГУПС находятся по адресу г. Иркутск, ул. Чернышевского, д. 15; корпус Л ИрГУПС находится – по адресу г. Иркутск, ул. Лермонтова, д.80
2	Учебная аудитория Д-213 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
3	Учебная аудитория Д-216 для проведения лекционных и практических занятий, лабораторных работ, групповых и индивидуальных консультаций, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), текущего контроля и промежуточной аттестации. Основное оборудование: специализированная мебель, мультимедиапроектор, экран, (ноутбук переносной). Для проведения занятий имеются учебно-наглядные пособия (презентации, плакаты).
4	Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой, подключенной к информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», и обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС. Помещения для самостоятельной работы обучающихся: – читальные залы; – учебные залы вычислительной техники А-401, А-509, А-513, А-516, Д-501, Д-503, Д-505, Д-507; – помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования – А-521

8 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ

Вид учебной деятельности	Организация учебной деятельности обучающегося
Лекция	Лекция (от латинского «lection» – чтение) – вид аудиторных учебных занятий. Лекция: закладывает основы научных знаний в систематизированной, последовательной, обобщенной форме; раскрывает состояние и перспективы развития соответствующей области науки и техники; концентрирует внимание обучающихся на наиболее сложных, узловых вопросах; стимулирует познавательную активность обучающихся. Во время лекционных занятий обучающийся должен уметь сконцентрировать внимание на изучаемых проблемах и включить в работу все виды памяти: словесную, образную и моторно-двигательную. Для этого весь материал, излагаемый преподавателем, обучающемуся необходимо конспектировать. На полях конспекта следует помечать вопросы, выделенные обучающимся для консультации с преподавателем. Выводы, полученные в виде формул, рекомендуется в конспекте подчеркивать или обводить рамкой, чтобы лучше запоминались. Полезно составить краткий справочник, содержащий определения важнейших понятий лекции. К каждому занятию следует разобрать материал предыдущей лекции. Изучая материал по учебнику или конспекту лекций, следует переходить к следующему вопросу только в том случае, когда хорошо усвоен предыдущий вопрос. Ряд вопросов дисциплины может быть вынесен на самостоятельное изучение. Такое задание требует оперативного выполнения. В конспекте лекций необходимо оставить место для освещения упомянутых вопросов. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удается разобраться в материале, то необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии
Практическое занятие	Практическое занятие – вид аудиторных учебных занятий, целенаправленная форма организации учебного процесса, при реализации которой обучающиеся по заданию и под руководством преподавателя выполняют практические задания. Практические задания направлены на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами работы, в процессе которых вырабатываются умения и навыки выполнения тех

	или иных учебных действий в данной сфере науки. Практические занятия развивают научное мышление и речь, позволяют проверить знания обучающихся, выступают как средства оперативной обратной связи; цель практических занятий – углублять, расширять, детализировать знания, полученные на лекции, в обобщенной форме и содействовать выработке навыков профессиональной деятельности. На практических занятиях подробно рассматриваются основные вопросы дисциплины, разбираются основные типы задач. К каждому практическому занятию следует заранее самостоятельно выполнить домашнее задание и выучить лекционный материал к следующей теме. Систематическое выполнение домашних заданий обязательно и является важным фактором, способствующим успешному усвоению дисциплины
Лабораторная работа	Основной целью лабораторных работ является теоретическое обоснование, наглядное и/или экспериментальное подтверждение и/или проверка существенных теоретических положений (законов, закономерностей) анализ существующих методик и методов их реализации и т.д. Они занимают преимущественное место при изучении дисциплин обязательной части и части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Исходя из цели, содержанием лабораторных работ могут быть: - экспериментальная проверка формул, методик расчета; - проведение натурных измерений свойств, рабочих параметров, режимов работы при помощи лабораторного оборудования и/или стендов и макетов; - ознакомление, анализ и теоретические выкладки по устройству, принципу действия и способам обслуживания аппаратов, деталей машин, механизмов, процессов, протекающих в них при этом и т.д.; - наглядная графическая интерпретация чертежей, схем, объемных поверхностей и т.д., воспроизводимых с помощью специализированного программного обеспечения; - имитационное моделирование процессов, протекающих в сложных химических, физических, механических, электрических и пр. объектах; - наглядное представление о работе персонала конкретной организации или подразделения ОАО «РЖД» посредством моделирования штатных и внештатных ситуаций в виртуальных специализированных АРМ (автоматизированных рабочих мест); - установление и подтверждение закономерностей (путем сравнения проведенного эксперимента и рассчитанных значений) и т.д.; - ознакомление с методиками проведения экспериментов, наглядным устройством стенд-макетов и пр.; - установление свойств веществ, их качественных и количественных характеристик; - анализ различных характеристик процессов, в том числе производственных и иных процессов; - расчет параметров различных явлений и процессов, смоделировать которые не возможно в реальных условиях (например, чрезвычайные ситуации и пр.); - наблюдение развития явлений, процессов и др. Допускается иное содержание лабораторных работ, если это будет способствовать реализации целей и задач дисциплины и формированию соответствующих компетенций. По характеру выполняемых лабораторных работ возможны: - ознакомительные работы, используемые для закрепления изученного теоретического материалы; - аналитические работы, используемые для получения новой информации на основе формализованных методов; - творческие работы, ориентированные на самостоятельный выбор подходов решения задач. Прежде, чем приступить к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо повторить теоретический материал по теме работы. Каждая лабораторная работа оснащена методическими указаниями, разработанными преподавателями, ведущими дисциплину
Самостоятельная работа	Обучение по дисциплине «Электрические сети и системы» предусматривает активную самостоятельную работу обучающегося. В разделе 4 рабочей программы, который называется «Структура и содержание дисциплины», все часы самостоятельной работы расписаны по темам и вопросам, а также указана необходимая учебная литература: обучающийся изучает учебный материал, разбирает примеры и решает разноуровневые задачи в рамках выполнения как общих домашних заданий, так и индивидуальных домашних заданий (ИДЗ) и других видов работ, предусмотренных рабочей программой дисциплины. При выполнении домашних заданий обучающемуся следует обратиться к задачам, решенным на предыдущих практических занятиях, решенным домашним работам, а также к примерам, приводимым лектором. Если этого будет недостаточно для выполнения всей работы можно дополнительно воспользоваться учебными пособиями, приведенными в разделе 6.1 «Учебная литература». Если, несмотря на изученный материал, задание выполнить не удается, то в обязательном порядке необходимо посетить

	консультацию преподавателя, ведущего практические занятия, и/или консультацию лектора. Домашние задания, индивидуальные домашние задания и другие работы, предусмотренные рабочей программой дисциплины должны быть выполнены обучающимся в установленные преподавателем сроки в соответствии с требованиями к оформлению текстовой и графической документации, сформулированным в Положении «Требования к оформлению текстовой и графической документации. Нормоконтроль»
Комплекс учебно-методических материалов по всем видам учебной деятельности, предусмотренным рабочей программой дисциплины (модуля), размещен в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет	

Приложение № 1 к рабочей программе

ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации

1. Общие положения

Фонд оценочных средств (ФОС) является составной частью нормативно-методического обеспечения системы оценки качества освоения обучающимися образовательной программы.

Фонд оценочных средств предназначен для использования обучающимися, преподавателями, администрацией Университета, а также сторонними образовательными организациями для оценивания качества освоения образовательной программы и уровня сформированности компетенций у обучающихся.

Задачами ФОС являются:

– оценка достижений обучающихся в процессе изучения дисциплины;

– обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс;

– самоподготовка и самоконтроль обучающихся в процессе обучения.

Фонд оценочных средств сформирован на основе ключевых принципов оценивания: валидность, надежность, объективность, эффективность.

Для оценки уровня сформированности компетенций используется трехуровневая система:

– минимальный уровень освоения, обязательный для всех обучающихся по завершению освоения образовательной программы; дает общее представление о виде деятельности, основных закономерностях функционирования объектов профессиональной деятельности, методов и алгоритмов решения практических задач;

– базовый уровень освоения, превышение минимальных характеристик сформированности компетенций; позволяет решать типовые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения по известным алгоритмам, правилам и методикам;

– высокий уровень освоения, максимально возможная выраженность характеристик компетенций; предполагает готовность решать практические задачи повышенной сложности, нетиповые задачи, принимать профессиональные и управленческие решения в условиях неполной определенности, при недостаточном документальном, нормативном и методическом обеспечении.

2. Перечень компетенций, в формировании которых участвует дисциплина.
Программа контрольно-оценочных мероприятий.
Показатели оценивания компетенций, критерии оценки

Дисциплина «Электрические сети и системы» участвует в формировании компетенций:

ПК-4. Способен осуществлять работы по проектированию, внедрению, техническому обслуживанию, ремонту и модернизации оборудования тяговых и трансформаторных подстанций, линейных устройств системы тягового электроснабжения, воздушных линий электропередач, контактной сети постоянного и переменного тока

Программа контрольно-оценочных мероприятий очная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
7 семестр				
1.0	**Общие сведения и устройство электрических сетей**			
1.1	Текущий контроль	Определения энергосистемы, электрической системы и электрической сети. Элементы энергосистем и их характеристика. Технологические особенности энергосистем. Преимущества объединения электростанций в энергосистему. Электроустановки, их номинальные данные. Шкалы номинальных напряжений электроустановок. Классификация электрических сетей. Основные требования	ПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.0	**Характеристики и параметры элементов электрических сетей**			
2.1	Текущий контроль	Схемы замещения линий электропередачи. Потери мощности в линиях электропередачи. Схемы замещения трансформаторов двухобмоточных, трехобмоточных, с расщепленными обмотками низкого напряжения) и автотрансформаторов. Потери мощности в трансформаторах. Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем.	ПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
3.0	**Расчет установившихся режимов электрических сетей**			
3.1	Текущий контроль	Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения в линии. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце. Расчет разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания.	ПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)

		Расчетные нагрузки подстанций. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Определение наибольшей потери напряжения. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой. Распределение потоков мощности и напряжения в простых замкнутых сетях.		
4.0	**Балансы мощностей в электрических системах. Регулирование напряжения в электрических системах**			
4.1	Текущий контроль	Баланс активной мощности и его связь с частотой. Регулирование частоты вращения турбины. Регулирование частоты в электрической системе. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства. Расстановка компенсирующих устройств.	ПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
5.0	**Технико-экономические расчеты в электрических сетях**			
5.1	Текущий контроль	Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Технико-экономические показатели. Технико-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор вариантов сети с учетом надежности. Выбор номинального напряжения. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения. Особенности выбора и проверки сечений в простых замкнутых сетях. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева. Схемы электрических сетей.	ПК-4.2	Курсовая работа (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
6.0	**Потери мощности и электроэнергии в электрической системе, мероприятия по их снижению**			
6.1	Текущий контроль	Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь. Основные понятия и определения. Структура потерь. Технические потери электроэнергии в элементах электрических систем. Нормативные методы расчета переменных потерь и области их применения. Метод характерных суточных графиков нагрузок. Метод времени наибольших потерь. Классификация	ПК-4.2	Курсовая работа (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)

		мероприятий по снижению потерь. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок. Размыкание контуров электрической сети.		
7.0	**Энергетические системы электрического железнодорожного транспорта**			
7.1	Текущий контроль	Системы электроснабжения железнодорожных станций. Структуризация систем электроснабжения.	ПК-4.2	Курсовая работа (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
	Промежуточная аттестация	Зачет - тестирование (компьютерные технологии)	ПК-4.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

Программа контрольно-оценочных мероприятий заочная форма обучения

№	Наименование контрольно-оценочного мероприятия	Объект контроля	Код индикатора достижения компетенции	Наименование оценочного средства (форма проведения*)
5 курс, сессия установочная				
1.0	**Общие сведения и устройство электрических сетей**			
1.1	Текущий контроль	Определения энергосистемы, электрической системы и электрической сети. Элементы энергосистем и их характеристика. Технологические особенности энергосистем. Преимущества объединения электростанций в энергосистему. Электроустановки, их номинальные данные. Шкалы номинальных напряжений электроустановок. Классификация электрических сетей. Основные требования	ПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
2.0	**Характеристики и параметры элементов электрических сетей**			
2.1	Текущий контроль	Схемы замещения линий электропередачи. Потери мощности в линиях электропередачи. Схемы замещения трансформаторов двухобмоточных, трехобмоточных, с расщепленными обмотками низкого напряжения) и автотрансформаторов. Потери мощности в трансформаторах. Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем.	ПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
3.0	**Расчет установившихся режимов электрических сетей**			
3.1	Текущий контроль	Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения в линии. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце. Расчет	ПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)

		разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания. Расчетные нагрузки подстанций. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Определение наибольшей потери напряжения. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой. Распределение потоков мощности и напряжения в простых замкнутых сетях.		
4.0	**Балансы мощностей в электрических системах. Регулирование напряжения в электрических системах**			
4.1	Текущий контроль	Баланс активной мощности и его связь с частотой. Регулирование частоты вращения турбины. Регулирование частоты в электрической системе. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства. Расстановка компенсирующих устройств.	ПК-4.2	Тестирование (компьютерные технологии)
5.0	**Технико-экономические расчеты в электрических сетях**			
5.1	Текущий контроль	Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Технико-экономические показатели. Технико-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор вариантов сети с учетом надежности. Выбор номинального напряжения. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения. Особенности выбора и проверки сечений в простых замкнутых сетях. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева. Схемы электрических сетей.	ПК-4.2	Курсовая работа (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
6.0	**Потери мощности и электроэнергии в электрической системе, мероприятия по их снижению**			
6.1	Текущий контроль	Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь. Основные понятия и определения. Структура потерь. Технические потери электроэнергии в элементах электрических систем. Нормативные методы расчета переменных потерь и области их применения. Метод характерных	ПК-4.2	Курсовая работа (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)

		суточных графиков нагрузок. Метод времени наибольших потерь. Классификация мероприятий по снижению потерь. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок. Размыкание контуров электрической сети.		
7.0	**Энергетические системы электрического железнодорожного транспорта**			
7.1	Текущий контроль	Системы электроснабжения железнодорожных станций. Структуризация систем электроснабжения.	ПК-4.2	Курсовая работа (письменно) Лабораторная работа (письменно/устно) Тестирование (компьютерные технологии)
5 курс, сессия зимняя				
	Промежуточная аттестация	Зачет - тестирование (компьютерные технологии)	ПК-4.2	Зачет (собеседование) Зачет - тестирование (компьютерные технологии)

*Форма проведения контрольно-оценочного мероприятия: устно, письменно, компьютерные технологии.

Описание показателей и критериев оценивания компетенций. Описание шкал оценивания

Контроль качества освоения дисциплины включает в себя текущий контроль успеваемости и промежуточную аттестацию. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся проводятся в целях установления соответствия достижений обучающихся поэтапным требованиям образовательной программы к результатам обучения и формирования компетенций.

Текущий контроль успеваемости – основной вид систематической проверки знаний, умений, навыков обучающихся. Задача текущего контроля – оперативное и регулярное управление учебной деятельностью обучающихся на основе обратной связи и корректировки. Результаты оценивания учитываются в виде средней оценки при проведении промежуточной аттестации.

Для оценивания результатов обучения используется четырехбалльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и двухбалльная шкала: «зачтено», «не зачтено».

Перечень оценочных средств, используемых для оценивания компетенций, а также краткая характеристика этих средств приведены в таблице.

Текущий контроль

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Тестирование (компьютерные технологии)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
2	Лабораторная работа	Средство, позволяющее оценить умение обучающегося письменно/устно излагать суть поставленной задачи, самостоятельно применять стандартные методы решения поставленной задачи с использованием имеющейся лабораторной базы, проводить анализ полученного результата работы. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Образец задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Промежуточная аттестация

№	Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Представление оценочного средства в ФОС
1	Зачет	Средство, позволяющее оценить знания, умения, навыков и (или) опыта деятельности обучающегося по дисциплине. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Перечень теоретических вопросов и практических заданий к зачету
2	Тест – промежуточная аттестация в форме зачета	Система автоматизированного контроля освоения компетенций (части компетенций) обучающимся по дисциплине (модулю) с использованием информационно-коммуникационных технологий. Может быть использовано для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся	Фонд тестовых заданий
3	Курсовая работа	Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся. Может быть использовано для оценки умений, навыков и (или) опыта деятельности обучающихся в предметной или межпредметной областях	Образец задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Критерии и шкалы оценивания компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета. Шкала оценивания уровня освоения компетенций

Шкала оценивания	Критерии оценивания	Уровень освоения компетенции
«зачтено»	Обучающийся правильно ответил на теоретические вопросы. Показал отличные знания в рамках учебного материала. Правильно выполнил практические задания. Показал отличные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на все дополнительные вопросы	Высокий
	Обучающийся с небольшими неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал хорошие знания в рамках учебного материала. С небольшими неточностями выполнил практические задания. Показал хорошие умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Ответил на большинство дополнительных вопросов	Базовый
	Обучающийся с существенными неточностями ответил на теоретические вопросы. Показал удовлетворительные знания в рамках учебного материала. С существенными неточностями выполнил практические задания. Показал удовлетворительные умения и владения навыками применения полученных знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. Допустил много неточностей при ответе на дополнительные вопросы	Минимальный
«не зачтено»	Обучающийся при ответе на теоретические вопросы и при выполнении практических заданий продемонстрировал недостаточный уровень знаний и умений при решении задач в рамках учебного материала. При ответах на дополнительные вопросы	Компетенция не сформирована

	было допущено множество неправильных ответов	

Тест – промежуточная аттестация в форме зачета

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 70 % и более тестовых заданий при прохождении тестирования
«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Курсовая работа

Шкала оценивания	Критерии оценивания
«отлично»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Все выводы и предложения убедительно аргументированы. Оформление курсовой работы и полученные результаты полностью отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на вопросы преподавателя, демонстрирует глубокое знание теоретического материала, способен аргументировать собственные утверждения и выводы
«хорошо»	Содержание курсовой работы полностью соответствует заданию. Представлены результаты обзора литературных и иных источников. Структура курсовой работы логически и методически выдержана. Большинство выводов и предложений аргументировано. Оформление курсовой работы и полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две несущественные ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Наличествует незначительное количество грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся правильно и уверенно отвечает на большинство вопросов преподавателя, демонстрирует хорошее знание теоретического материала, но не всегда способен аргументировать собственные утверждения и выводы. При наводящих вопросах преподавателя исправляет ошибки в ответе
«удовлетворительно»	Содержание курсовой работы частично не соответствует заданию. Результаты обзора литературных и иных источников представлены недостаточно полно. Есть нарушения в логике изложения материала. Аргументация выводов и предложений слабая или отсутствует. Имеются одно-два существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Полученные результаты в целом отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. Имеются одна-две существенных ошибки в использовании терминов, в построенных диаграммах и схемах. Много грамматических и/или стилистических ошибок. При защите курсовой работы обучающийся допускает грубые ошибки при ответах на вопросы преподавателя и /или не дал ответ более чем на 30% вопросов, демонстрирует слабое знание теоретического материала, в большинстве случаев не способен уверенно аргументировать собственные утверждения и выводы
«неудовлетворительно»	Содержание курсовой работы в целом не соответствует заданию. Имеются более двух существенных отклонений от требований в оформлении курсовой работы. Большое количество существенных ошибок по сути работы, много грамматических и стилистических ошибок и др. Полученные результаты не отвечают требованиям, изложенным в методических указаниях. При защите курсовой работы обучающийся демонстрирует слабое понимание программного материала. Курсовая работа не представлена преподавателю. Обучающийся не явился на защиту курсовой работы

Критерии и шкалы оценивания результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости

Тестирование

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Обучающийся верно ответил на 90 – 100 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«хорошо»		Обучающийся верно ответил на 80 – 89 % тестовых заданий при прохождении тестирования
«удовлетворительно»		Обучающийся верно ответил на 70 – 79 % тестовых заданий

		при прохождении тестирования
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Обучающийся верно ответил на 69 % и менее тестовых заданий при прохождении тестирования

Лабораторная работа

Шкалы оценивания		Критерии оценивания
«отлично»	«зачтено»	Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет без замечаний. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности. Обучающийся работал полностью самостоятельно; показал необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки. Работа (отчет) оформлена аккуратно, в наиболее оптимальной для фиксации результатов форме
«хорошо»		Лабораторная работа выполнена в обозначенный преподавателем срок, письменный отчет с небольшими недочетами. Лабораторная работа выполнена обучающимся в полном объеме и самостоятельно. Допущены отклонения от необходимой последовательности выполнения, не влияющие на правильность конечного результата. Работа показывает знание обучающимся основного теоретического материала и овладение умениями, необходимыми для самостоятельного выполнения работы. Допущены неточности и небрежность в оформлении результатов работы (отчета)
«удовлетворительно»		Лабораторная работа выполнена с задержкой, письменный отчет с недочетами. Лабораторная работа выполняется и оформляется обучающимся при посторонней помощи. На выполнение работы затрачивается много времени. Обучающийся показывает знания теоретического материала, но испытывает затруднение при самостоятельной работе с источниками знаний или приборами
«неудовлетворительно»	«не зачтено»	Лабораторная работа не выполнена, письменный отчет не представлен. Результаты, полученные обучающимся, не позволяют сделать правильных выводов и полностью расходятся с поставленной целью. Показывается плохое знание теоретического материала и отсутствие необходимых умений. Лабораторная работа не выполнена, у учащегося отсутствуют необходимые для проведения работы теоретические знания, практические умения и навыки

3. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

3.1 Типовые контрольные задания для проведения тестирования

Фонд тестовых заданий по дисциплине содержит тестовые задания, распределенные по разделам и темам, с указанием их количества и типа.

Структура фонда тестовых заданий по дисциплине

Индикатор достижения компетенции	Тема в соответствии с РПД	Характеристика ТЗ	Количество тестовых заданий, типы ТЗ
ПК-4.2	Определения энергосистемы, электрической системы и электрической сети. Элементы энергосистем и их характеристика. Технологические особенности энергосистем. Преимущества объединения электростанций в энергосистему. Электроустановки, их номинальные данные. Шкалы номинальных напряжений электроустановок. Классификация электрических сетей. Основные требования	Знание	1-ОТЗ 2-ЗТЗ
		Умение	2-ОТЗ 3-ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/	3-ОТЗ 2-ЗТЗ

		действие	
ПК-4.2	Схемы замещения линий электропередачи. Потери мощности в линиях электропередачи. Схемы замещения трансформаторов двухобмоточных, трехобмоточных, с расщепленными обмотками низкого напряжения) и автотрансформаторов. Потери мощности в трансформаторах. Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем.	Знание	2-ОТЗ 2-ЗТЗ
		Умение	2-ОТЗ 3-ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3-ОТЗ 2-ЗТЗ
ПК-4.2	Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки. Падение и потеря напряжения в линии. Расчет сети из двух последовательных линий при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце. Расчет разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжения источника питания. Расчетные нагрузки подстанций. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Определение наибольшей потери напряжения. Расчет линии с равномерно распределенной нагрузкой. Распределение потоков мощности и напряжения в простых замкнутых сетях.	Знание	2-ОТЗ 2-ЗТЗ
		Умение	1-ОТЗ 3-ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2-ОТЗ 2-ЗТЗ
ПК-4.2	Баланс активной мощности и его связь с частотой. Регулирование частоты вращения турбины. Регулирование частоты в электрической системе. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением. Регулирующий эффект нагрузки. Потребители реактивной мощности. Выработка реактивной мощности на электростанциях. Компенсация реактивной мощности. Компенсирующие устройства. Расстановка компенсирующих устройств.	Знание	1-ОТЗ 1-ЗТЗ
		Умение	2-ОТЗ 3-ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3-ОТЗ 2-ЗТЗ
ПК-4.2	Задачи и методы проектирования электроэнергетических систем и сетей. Технико-экономические показатели. Технико-экономическое сравнение вариантов сети. Выбор вариантов сети с учетом надежности. Выбор номинального напряжения. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения. Особенности выбора и проверки сечений в простых замкнутых сетях. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева. Схемы электрических сетей.	Знание	2-ОТЗ 2-ЗТЗ
		Умение	1-ОТЗ 3-ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	2-ОТЗ 2-ЗТЗ
ПК-4.2	Общая характеристика проблемы расчета, анализа и снижения потерь. Основные понятия и определения. Структура потерь. Технические потери электроэнергии в элементах электрических систем. Нормативные методы расчета переменных потерь и области их применения. Метод характерных суточных графиков нагрузок. Метод времени наибольших потерь. Классификация мероприятий по снижению потерь. Отключение трансформаторов в режимах малых нагрузок. Размыкание контуров электрической сети.	Знание	3-ОТЗ 2-ЗТЗ
		Умение	2-ОТЗ 1-ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3-ОТЗ 2-ЗТЗ
ПК-4.2	Системы электроснабжения железнодорожных станций. Структуризация систем электроснабжения.	Знание	2-ОТЗ 2-ЗТЗ
		Умение	3-ОТЗ 3-ЗТЗ
		Навык и (или) опыт деятельности/ действие	3-ОТЗ 3-ЗТЗ
		Итого	40 – ОТЗ 40 – ЗТЗ

Полный комплект ФТЗ хранится в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС и обучающийся имеет возможность ознакомиться с демонстрационным вариантом ФТЗ.

Ниже приведен образец типового варианта итогового теста, предусмотренного рабочей программой дисциплины.

Образец типового теста
итогового теста по дисциплине за весь период ее освоения

Образец типового теста содержит задания для оценки знаний, для оценки умений, для оценки навыков и (или) опыта деятельности.

1. Предприятия или установки, предназначенные для производства электроэнергии.
   А) электростанция
   В) энергосистема
   С) трансформаторная подстанция
   Д) система электроснабжения
   Е) электрическая система
2. Совокупность установок по выработке, распределению и потреблению электроэнергии и теплоты, связанных между собой электрическими и тепловыми сетями -
   А) система электроснабжения
   В) энергетическая система
   С) электрическая система
   Д) электростанция
   Е) теплоэлектростанция
3. Из приведенного ряда напряжений (кВ): 10; 20; 35; 50; 110 нестандартным является:
   А) 10
   В) 20
   С) 35
   Д) 50
   Е) 110
4. Какие ЛЭП крепятся на анкерные опоры?
   А)Кабельные
   Б)Воздушные
   В)Подводные
5. Кабельные линии размещаются:
   А)В грунте
   Б)В туннелях
   В)В металлической оболочке
6. Единица измерения электрического сопротивления?
   А)Фарад
   Б)Ампер
   В)Ом
7. Какие необходимы исходные данные для определения мощности и напряжения в конце участка сети?
   А)Мощность и напряжение в начале сети
   Б)Напряжение в начале сети
   В)Мощность в начале сети
8. Потери в сетях составляют:
   А)5-7%
   Б)До 1 %
   В)35-50%
9. Какие параметры указываются в паспорте завода - изготовителя электроприемника?
   А) максимальные
   В) минимальные
   С) номинальные
   Д) основные
   Е) ток и напряжение

10. Чем характеризуется повторно-кратковременный режим работы электроприемника?
А) температурой окружающей среды
В) периодом пауз
С) рабочим периодом времени включения
Д) коэффициентом продолжительности включения
Е) температурой нагрева электроприемника
11. Как называется режим работы электроприемника при котором машина успевает охладиться до температуры окружающей среды во время паузы?
А) кратковременный
В) повторно-кратковременный
С) продолжительный
Д) постоянный
Е) длительный
12. Потери в сетях составляют:
А)5-7%
Б)До 1 %
В)35-50%
13. Выбор сечения проводов по допустимой потере напряжения необходим для:
А)Сокращение потери напряжений при передаче энергии от источника питания до узла потребления
Б)Для более эффективной работы оборудования
В)Для сокращения холостого хода
14. От каких показателей не зависят потери холостого хода в кабельных линиях высокого напряжения?
А)Потери мощности холостого хода
Б)Напряжения кабельных линий
В)Времени работы в течение расчетного периода
15. Электрические сети, в которых электропотребители (узлы нагрузки) получают электроэнергию с двух и более сторон (источников) – это:
А)Радиальная сеть
Б)Замкнутая сеть
В)Магистральная сеть
16. Единовременные денежные средства, которые необходимы для строительства новых или реконструкции существующих объектов – это:
А)Инвестиции
Б)Текущие затраты
В)Капитальные затраты
17.Годовые эксплуатационные расходы, необходимые для эксплуатации сооружений и устройств системы передачи и распределения электроэнергии – это:
А)Ежегодные издержки
Б)Инвестиции
В)Капитальные затраты

3.2 Типовые задания для выполнения лабораторной работы и примерный перечень вопросов для ее защиты

Контрольные варианты заданий выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец типовых вариантов заданий для выполнения лабораторных работ и примерный перечень вопросов для их защиты.

Лабораторная работа №1

Расчет установившихся режимов электрических сетей
с использованием специализированных ПВК

Цель работы: научиться выполнять расчеты установившихся режимов электрических сетей на ПЭВМ с использованием специализированных программно-вычислительных комплексов ПВК.

1. Теоретическая часть

Одним из важных этапов решения электроэнергетических задач является расчет установившихся (стационарных) режимов электрических систем (ЭС). Целью расчета установившегося режима (физического состояния) ЭС является определение электрических параметров состояния: напряжений в узлах, электрических токов и потоков мощности по ветвям, потерь мощности в сети и др. Результаты таких расчетов позволяют выяснить:

1) осуществим ли данный режим ЭС, т.е. возможна ли передача требуемой мощности от источников электрической энергии к потребителям;

2) находится ли в заданных (допустимых) пределах напряжения в узлах;

3) допустимы ли токовые нагрузки элементов ЭС в нормальных и послеаварийных режимах.

Наряду с решением перечисленных вопросов расчеты установившихся режимов ЭС необходимо проводить при исследовании условий работы ЭС в переходных, послеаварийных режимах, решении задач оперативной оценки текущих состояний и управления ими, оптимизации краткосрочных и долгосрочных режимов, при оценке и планировании потерь электроэнергии и ряде других задач эксплуатации, развития и проектирования ЭС. По оценке литературных данных доля расчетов установившихся режимов в расчетной практике составляет до 80 %.

Расчет установившегося режима ЭС сводится к решению нелинейных уравнений, описывающих режим. Основой для такого описания состояния ЭС являются законы Кирхгофа и Ома, связывающие токи и напряжения в ЭС через её параметры.

Для построения алгоритмов расчета параметров установившихся режимов используются узловые и контурные уравнения. Наиболее применимы в указанной задаче уравнения узловых напряжений (УУН), как наиболее удобные для реализации на ЭВМ. УУН записывают в форме баланса токов и в форме баланса мощностей.

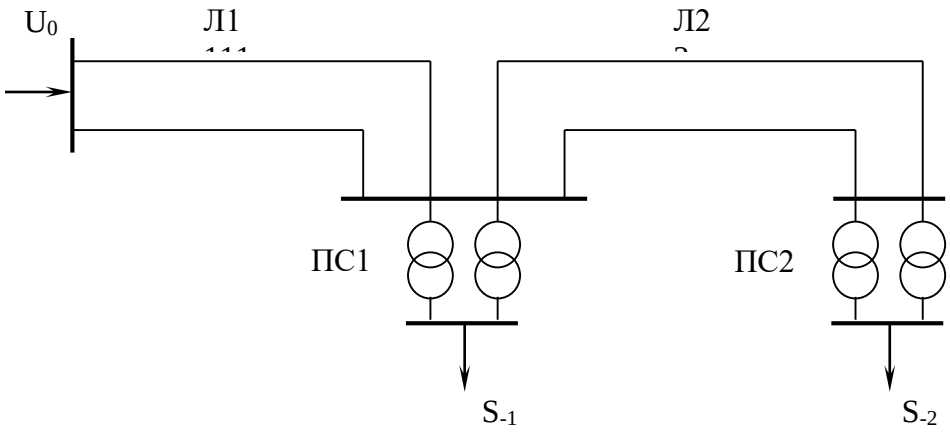
2. Практическая часть

2.1 Задание на лабораторную работу

Рассчитать параметры установившегося режима электрической сети (рис.1.1)

Исходные данные для расчета задаются каждому студенту индивидуально (табл.1.1).

а)



б)

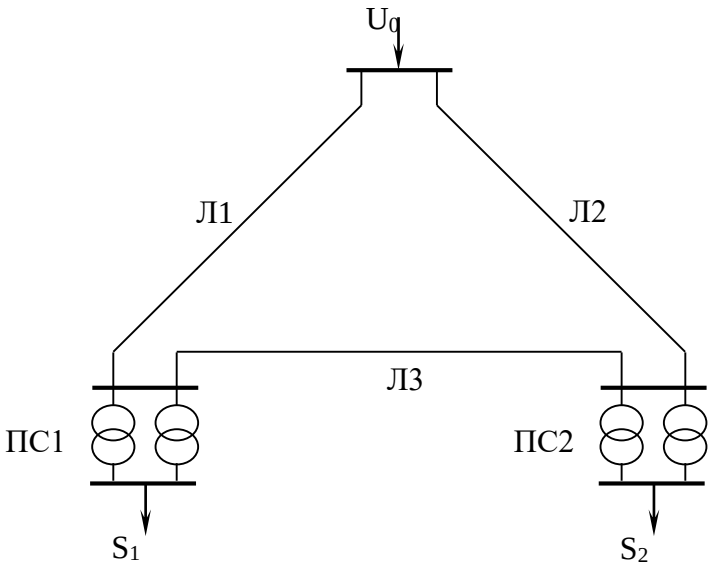


Рис. 1.1 - Электрические схемы сетей: а – разомкнутой и б – кольцевой

Таблица 1.1 - Исходные данные для электрических сетей 110-220 кВ

№ варианта	Линии						Подстанции		U_0, кВ	Нагрузка			
	Л1		Л2		Л3		ПС1	ПС2		S_1		S_2	
	F	l	F	l	F	l	Число и тип трансформаторов	Число и тип трансформаторов		P1	Q1	P2	Q2
	мм^2	км	мм2	км	мм^2	км				МВт	Мвар	МВт	Мвар
1	150	40	150	30	120	20	2ТРДН-25/110/10	2ТДН-16/110/10	120,4	30	20	20	10
2	185	30	120	30	185	40	2ТРДН-25/110/10	2ТДН-16/110/10	115,7	40	20	30	10
3	240	40	240	40	240	30	2ТРДН-40/220/10	2ТРДН-40/220/10	230,8	60	20	40	30
4	120	20	95	20	120	10	2ТРДН-25/110/10	2ТРДН-40/110/10	118,6	25	10	40	20
5	150	20	120	20	150	30	2ТРДН-25/110/10	2ТДН-16/110/10	116,2	20	15	20	10
6	185	30	120	30	185	20	2ТДН-16/110/10	2ТДН-16/110/10	115,7	30	10	16	10
7	120	25	70	35	120	35	2ТДН-16/110/10	2ТРДН-25/110/10	112,3	30	10	25	20
8	150	35	120	20	150	10	2ТРДН-25/110/10	2ТРДН-25/110/10	125,1	40	20	40	20
9	185	20	120	20	185	10	2ТРДН-25/110/10	2ТДН-16/110/10	122,9	60	30	30	20
10	240	30	240	40	240	20	2ТДЦ-80/220/10	2ТРДН-40/220/10	225,5	50	40	40	30
11	300	40	240	50	300	30	2ТДЦ-80/220/10	2ТРДН-40/220/10	230,4	30	25	40	20
12	240	45	240	30	240	35	2ТРДЦН-63/220/10	2ТРДН-40/220/10	228,8	40	20	30	20
13	150	35	95	35	150	25	2ТРДН-40/110/10	2ТРДН-40/110/10	120,2	50	30	40	30
14	240	30	240	20	240	20	2ТРДН-40/220/10	2ТРДН-40/220/10	222,9	50	25	30	20
15	300	40	240	40	300	30	2ТРДЦН-63/220/10	2ТРДН-40/220/10	226,2	60	30	40	20
16	400	50	240	50	400	40	2ТДЦ-80/220/10	2ТРДЦН-63/220/10	230,5	30	20	40	20
17	120	20	120	20	120	30	2ТРДН-25/110/10	2ТДН-16/110/10	114,1	20	20	20	20
18	185	40	120	30	185	30	2ТДН-16/110/10	2ТДН-16/110/10	116,7	25	10	20	10
19	120	30	120	20	120	40	2ТРДН-25/110/10	2ТРДН-40/110/10	115,6	20	10	30	20
20	240	20	240	20	240	30	2ТДН-16/110/10	2ТРДН-25/220/10	125,3	40	10	30	20
21	400	60	300	50	400	70	2ТРДЦН-63/220/10	2ТРДН-40/220/10	232,7	40	40	40	20
22	300	50	300	50	300	40	2ТРДН-40/220/10	2ТРДН-40/220/10	230,8	50	20	30	20
23	150	40	120	30	150	50	2ТРДН-40/110/10	2ТРДН-25/110/10	120,2	20	20	30	20
24	120	30	70	20	120	20	2ТДН-16/110/10	2ТДН-16/110/10	118,5	20	10	20	20
25	150	30	120	30	150	40	2ТРДН-25/110/10	2ТРДН-40/110/10	115,9	40	30	30	20
26	120	40	95	40	120	30	2ТРДН-40/110/10	2ТРДН-40/110/10	120,8	30	20	30	20
27	240	50	240	30	240	60	2ТРДН-40/220/10	2ТРДН-40/220/10	230,3	50	30	40	30
28	300	60	300	40	300	50	2ТРДЦН-63/220/10	2ТРДН-40/220/10	240,4	40	30	50	20
29	120	30	70	30	120	40	2ТРДН-25/110/10	2ТРДН-25/110/10	120,2	20	20	20	10
30	150	40	120	40	150	30	2ТРДН-25/110/10	2ТРДН-25/110/10	125,8	30	20	40	10
31	185	30	120	30	185	20	2ТДН-16/110/10	2ТДН-16/110/10	115,7	30	10	16	10
32	120	25	70	35	120	35	2ТДН-16/110/10	2ТРДН-25/110/10	112,3	30	10	25	20
33	150	35	120	20	150	10	2ТРДН-25/110/10	2ТРДН-25/110/10	125,1	40	20	40	20
34	185	20	120	20	185	10	2ТРДН-25/110/10	2ТДН-16/110/10	122,9	60	30	30	20
35	240	30	240	40	240	20	2ТДЦ-80/220/10	2ТРДН-40/220/10	225,5	50	40	40	30
36	300	40	240	50	300	30	2ТДЦ-80/220/10	2ТРДН-40/220/10	230,4	30	25	40	20
37	240	45	240	30	240	35	2ТРДЦН-63/220/10	2ТРДН-40/220/10	228,8	40	20	30	20
38	150	35	95	35	150	25	2ТРДН-40/110/10	2ТРДН-40/110/10	120,2	50	30	40	30
39	240	30	240	20	240	20	2ТРДН-40/220/10	2ТРДН-40/220/10	222,9	50	25	30	20
40	300	40	240	40	300	30	2ТРДЦН-63/220/10	2ТРДН-40/220/10	226,2	60	30	40	20
41	400	50	240	50	400	40	2ТДЦ-80/220/10	2ТРДЦН-63/220/10	230,5	30	20	40	20
42	120	20	120	20	120	30	2ТРДН-25/110/10	2ТДН-16/110/10	114,1	20	20	20	20
43	185	40	120	30	185	30	2ТДН-16/110/10	2ТДН-16/110/10	116,7	25	10	20	10
44	120	30	120	20	120	40	2ТРДН-25/110/10	2ТРДН-40/110/10	115,6	20	10	30	20

45	240	20	240	20	240	30	2ТДН-16/110/10	2ТРДН-25/220/10	125,3	40	10	30	20
46	400	60	300	50	400	70	2ТРДЦН-63/220/10	2ТРДН-40/220/10	232,7	40	40	40	20
47	300	50	300	50	300	40	2ТРДН-40/220/10	2ТРДН-40/220/10	230,8	50	20	30	20
48	150	40	120	30	150	50	2ТРДН-40/110/10	2ТРДН-25/110/10	120,2	20	20	30	20
49	120	30	70	20	120	20	2ТДН-16/110/10	2ТДН-16/110/10	118,5	20	10	20	20
50	150	30	120	30	150	40	2ТРДН-25/110/10	2ТРДН-40/110/10	115,9	40	30	30	20

2.2 Подготовка данных к расчету

Исходными данными для расчета установившегося режима электрической сети являются:

а) электрическая схема сети, разомкнутая или кольцевая (см. рис.1.1);

б) для каждой линии: число цепей и марка провода (см. табл.1.1);

в) для каждой подстанции: число и тип трансформаторов (см. табл.1.1);

г) напряжение базисного узла $U_б$, кВ (см. табл.1.1);

д) мощности нагрузки и генерации в узлах (см. табл.1.1);

е) справочные данные по линиям и трансформаторам [1.1].

Перед расчетом режима электрической сети составляется схема замещения и рассчитываются все ее параметры (продольные сопротивления, поперечные проводимости, коэффициенты трансформации).

Для каждой линии сети должны быть рассчитаны:

- активное сопротивление $R_Л = (1/n) r_0 l$, Ом;
- индуктивное сопротивление $X_Л = (1/n) x_0 l$, Ом;
- емкостная проводимость $B_Л = n b_0 l$, См,

где n - число цепей в линии;

r_0 и x_0 - погонные сопротивления, Ом/км [5].

b_0 - погонная емкостная проводимость, См/км [5].

l - длина линии, км.

Для трансформаторов каждой подстанции сети должны быть рассчитаны:

- активное сопротивление $R_T = \frac{1}{n} \Delta P_K \frac{U^2_{B\,НОМ}}{S^2_{T\,НОМ}}$, Ом
- индуктивное сопротивление $X_T = \frac{1}{n} \frac{U_K\%}{100\%} \frac{U^2_{B\,НОМ}}{S_{T\,НОМ}}$, Ом
- активная проводимость $G_T = n \Delta P_X \frac{1}{U^2_{B\,НОМ}}$, См
- индуктивная проводимость $B_T = n \frac{I_X\%}{100\%} \frac{S_{T\,НОМ}}{U^2_{B\,НОМ}}$, См
- коэффициент трансформации $K_T = \frac{U_{B_НОМ}}{U_{H_НОМ}}$,

где n - число трансформаторов на подстанции;

$\Delta P_к$, $U_к$, $\Delta P_х$, $I_х$ - соответственно потери короткого замыкания (кВт), напряжение короткого замыкания (%), потери холостого хода (кВт) и ток холостого хода (%);

$U_{B\,НОМ}$, $U_{H\,НОМ}$ - номинальные напряжения обмоток ВН и НН, кВ;

$S_{T\,НОМ}$ - номинальная мощность трансформатора, МВА.

Все перечисленные величины (кроме n) являются паспортными данными для трансформатора и берутся из приложения А или из справочника [5] в зависимости от заданного типа трансформатора.

2.3 Порядок выполнения лабораторной работы

2.3.1 Подготовка к лабораторной работе:

а) ознакомиться с описанием ПВК;

б) ознакомиться с теоретической частью, повторить учебный материал по расчету установившихся режимов электрических сетей;

в) составить схему замещения заданной электрической сети и рассчитать ее параметры;

г) ответить преподавателю на контрольные вопросы по теоретической части лабораторной работы.

2.3.2 Работа на ПЭВМ с ПВК

1. Ознакомиться с интерфейсом программы расчета установившегося режима электрической сети на ПВК;
2. Ввести подготовленные исходные данные для расчета режима электрической сети, проверить правильность их ввода;
3. Выполнить расчет режима на ПЭВМ и распечатать таблицы результатов расчета;
4. Составить карту режима, т.е. нанести на схему замещения полученные параметры режима.

2.3.3 Оформление отчета по лабораторной работе

Отчет выполняется на бумаге формата **А4** и включает в себя:

1. Аккуратно оформленную расчетную часть, содержащую расчетные формулы для определения параметров схемы и значения всех величин, входящих в эти формулы, а также, схему замещения с нанесенными на нее рассчитанными параметрами схемы.

2. Все формы выдачи результатов расчета режима, предлагаемые ПВК, в том числе: параметры режима по узлам и ветвям (связям) схемы замещения; баланс мощностей; структуру потерь мощности; протокол расчетов, содержащий информацию о ходе итерационного процесса решения уравнений узловых напряжений численным методом.

3. Карту режима со значениями напряжений в узлах, токов и потоков мощности в ветвях, потерь мощности в ветвях, мощностей нагрузок и генерации в узлах.

Контрольные вопросы:

1. Понятие об электрической сети и режимах ее работы.
2. Дать определение установившегося режима.
3. Какова цель расчета установившегося режима?
4. Какие параметры определяют режим электрической сети?
5. Понятие о математической модели (математическом описании) установившегося режима электрической сети.
6. Понятие о методах расчета установившегося режима электрической сети.
7. Понятие о схеме замещения электрической сети и ее параметрах.
8. Схемы замещения воздушных линий электропередачи.
9. Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов.
10. Потери мощности и зарядная мощность в линиях. Формулы для их определения.
11. Потери мощности в трансформаторах. Формулы для их определения.
12. Назовите пять правильных названий-синонимов потерь активной мощности (и реактивной мощности) в продольных сопротивлениях схемы замещения трансформатора.
13. Назовите пять правильных названий-синонимов потерь активной мощности (и реактивной мощности) в поперечных проводимостях схемы замещения трансформатора.
14. Как определить потери мощности в ветви схемы замещения:
    а) “по данным конца”;
    б) “по данным начала”.

15. Каков обычно характер комплексной нагрузки в узлах электрической сети?
16. Изобразить векторную диаграмму напряжений в ветви схемы замещения.
17. Что такое потеря напряжения? Чем она отличается от падения напряжения?
18. Что такое продольная и поперечная составляющие падения напряжения?
19. Как определяется падение напряжения в линиях и трансформаторах?
20. Какое напряжение рекомендуется выбирать в качестве начального для итерационного расчета?
21. Как по известным узловым напряжениям определить ток и мощность в ветви ?

3.3 Типовые задания для выполнения курсовой работы и примерный перечень вопросов для его защиты

Типовые задания выложены в электронной информационно-образовательной среде ИрГУПС, доступной обучающемуся через его личный кабинет.

Ниже приведен образец задания для выполнения курсового проекта и примерный перечень вопросов для его защиты.

Курсовая работа «Районная электрическая сеть»

Задачей курсовой работы является разработка эскизного проекта районной электрической сети с номинальными напряжениями 35-220 кВ. Проектируется электроснабжение 4–5 населённых пунктов от одной или двух заданных электрических станций или крупной узловой подстанции 110-500 кВ. В заданных пунктах предполагаются коммунально-бытовые и промышленные потребители электроэнергии, а также сельскохозяйственные потребители в прилегающих районах. Питающая электрическая станция или подстанция входит в состав достаточно крупной электроэнергетической системы.

В задании на работу указываются схема географического положения источника питания района и пунктов потребления электроэнергии; необходимые для выполнения проекта параметры питающей энергосистемы; номинальные напряжения распределительных устройств источника питания района, коэффициент мощности генерации в электрическую сеть на шинах источника питания(или иные параметры электрической системы, необходимые для разработки раздела баланса реактивной мощности), средняя стоимость (или себестоимость) электроэнергии в системе, средняя величина народнохозяйственного ущерба при внезапных перерывах электроснабжения потребителей района, значения наибольших нагрузок и соответствующих им коэффициентов мощности в пунктах потребления электроэнергии; состав потребителей электроэнергии в каждом из пунктов по категориям требуемой надёжности электроснабжения (%); соотношение наименьших и наибольших нагрузок в каждом из этих пунктов (или среднее значение этого соотношения, одинаковое для всех пунктов); номинальное напряжение распределительной сети в каждом из пунктов потребления электроэнергии; тема индивидуального задания для углублённой проработки, а также иные сведения, необходимые для выполнения проекта.

В работе должны быть разработаны разделы (приведена ориентировочная оценка их объёма в %):

1. Генерация и потребление активной и реактивной мощностей в проектируемой сети (10 %).
2. Выбор схемы, номинального напряжения (или номинальных напряжений), параметров линий и трансформаторов сети (35 %).
3. Расчёты основных режимов работы электрической сети (20 %).
4. Регулирование напряжения в сети (10 %).
5. Определение основных технико-экономических показателей спроектированной сети (10 %).
6. Оформление работы (15 %).

3.4 Перечень теоретических вопросов к зачету
(для оценки знаний)

1. Электроэнергетические системы и электрические сети. Основные понятия и классификация электрических сетей.
2. Система обозначений и основные соотношения величин дисциплины.
3. Конструктивные элементы воздушных линий электропередачи. Провода ВЛ. Опоры ВЛ. Изоляторы и линейная арматура. Конструкция кабелей и кабельные линии. Токопроводы и внутренние электрические сети.
4. Понятие о режимах работы электрической систем и сетей и методах их расчета.
5. Схемы электрических систем, линейные и нелинейные уравнения установившегося режима.
6. Схемы замещения линий электропередачи. Потери мощности в линиях электропередачи.
7. Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов. Потери мощности в двухобмоточных трансформаторах.
8. Схемы замещения двухобмоточных трансформаторов с расщепленной обмоткой низкого напряжения. Потери мощности в двухобмоточных трансформаторах с расщепленной обмоткой низкого напряжения.
9. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов. Потери мощности в трехобмоточных трансформаторах.
10. Конструктивные особенности автотрансформаторов. Схемы замещения автотрансформаторов. Потери мощности в автотрансформаторах.
11. Задание нагрузок при расчётах режимов электрических сетей и систем.
12. Расчёт режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки.
13. Расчет режима разомкнутой сети при заданных мощностях нагрузки и напряжений источника питания.
14. Падение и потеря напряжения в линии.
15. Расчет режима электрической сети при заданных мощностях нагрузки и напряжений в конце.
16. Расчетные нагрузки подстанций.
17. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанции.
18. Расчёт режима электрической сети с разными номинальными напряжениями.
19. Допущения при расчете разомкнутых распределительных сетей.
20. Определение наибольшей потери напряжения в электрических сетях различной конфигурации.
21. Определение наибольшей потери напряжения в распределительных сетях.
22. Расчёт режима линии электропередачи с равномерно распределённой нагрузкой.
23. Распределение потоков мощности и напряжений в простых замкнутых сетях.
24. Статические характеристики нагрузок потребителей.
25. Баланс активной мощности и его связь с частотой. Причины и последствия снижения частоты в системе.
26. Регулирование частоты вращения турбины.
27. Регулирование частоты в электроэнергетической системе.
28. Баланс реактивной мощности и его связь с напряжением.
29. Регулирующий эффект нагрузки, лавина напряжения.
30. Потребители реактивной мощности.
31. Компенсирующие устройства. Расстановка компенсирующих устройств.
32. Методы регулирования напряжения.
33. Регулирование напряжения на электростанциях.
34. Регулирование напряжения на понижающих подстанциях.
35. Регулирование напряжения изменением сопротивления сети.
36. Регулирование напряжения изменением потоков реактивной мощности.
37. Сравнение способов регулирования U.

38. Задачи и методы проектирования энергосистем и электрических сетей.
39. Схемы электрических сетей.
40. Технико-экономические показатели электрической сети.
41. Технико-экономическое сравнение вариантов сети.
42. Выбор варианта сети с учётом надёжности.
43. Понятие об экономическом сечении и экономической плотности тока.
44. Определение сечения проводов и кабелей по экономической плотности тока и экономическим интервалам.
45. Выбор номинального напряжения сети.
46. Особенности определения сечения линий в распределительных сетях по допустимой потере напряжения.
47. Особенности выбора и проверки сечений в простых замкнутых сетях.
48. Проверка сечения проводов и кабелей по условиям допустимого нагрева.
49. Допустимая температура. Допустимый ток.
50. Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрева.
51. Общая характеристика ЛЭП сверхвысокого напряжения. Уравнения токов и напряжений в любой точке линии.
52. Электрический расчет ЛЭП сверхвысокого напряжения.
53. Зависимость напряжения и передаваемой мощности от длины линии.
54. Повышение пропускной способности линии.
55. Потери мощности и электроэнергии в электрических сетях. Структурный анализ потерь.
56. Методы расчета потерь электроэнергии.
57. Классификация мероприятий по снижению потерь электроэнергии.
58. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии в питающих сетях.
59. Мероприятия по снижению потерь мощности и электроэнергии в распределительных сетях и системах электроснабжения.
60. Мероприятия по изменению схемы сети с целью снижения потерь электроэнергии.
61. Экономические режимы работы трансформаторов.

4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

В таблице приведены описания процедур проведения контрольно-оценочных мероприятий и процедур оценивания результатов обучения с помощью оценочных средств в соответствии с рабочей программой дисциплины.

Наименование оценочного средства	Описания процедуры проведения контрольно-оценочного мероприятия и процедуры оценивания результатов обучения
Тестирование (компьютерные технологии)	Тестирование проводится по результатам освоения тем или разделов дисциплины или по окончанию ее изучения во время практических занятий. Во время проведения тестирования пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями для практических занятий не разрешено. Преподаватель на практическом занятии, предшествующем занятию проведения теста, доводит до обучающихся: темы, количество заданий в тесте, время выполнения. Результаты тестирования видны обучающемуся на компьютере сразу после прохождения теста
Лабораторная работа	Защита лабораторных работ проводится во время лабораторных занятий. Во время проведения защиты лабораторной работы пользоваться учебниками, справочниками, конспектами лекций, тетрадями не разрешено. Преподаватель на лабораторной работе, предшествующей занятию проведения защиты лабораторной работы, доводит до обучающихся: номер защищаемой лабораторной работы, время на защиту лабораторной работы. Преподаватель информирует обучающихся о результатах защиты лабораторной работы сразу после ее контрольно-оценочного мероприятия
Курсовая работа	Ход выполнения разделов курсовой работы в рамках текущего контроля оценивается преподавателем исходя из объемов выполненных работ в соответствие со шкалами оценивания. Преподаватель информирует обучающихся о результатах оценивания выполнения курсового проекта сразу после контрольно-оценочного мероприятия. В ходе защиты курсовой работы обучающийся делает доклад протяженностью 5 – 7 минут. Преподаватель ставит окончательную оценку за курсовую работу после завершения защиты, учитывая уровень ее защиты

Для организации и проведения промежуточной аттестации составляются типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Перечень теоретических вопросов и типовые практические задания разного уровня сложности для проведения промежуточной аттестации обучающиеся получают в начале семестра через электронную информационно-образовательную среду ИрГУПС (личный кабинет обучающегося).

Описание процедур проведения промежуточной аттестации в форме зачета и оценивания результатов обучения

При проведении промежуточной аттестации в форме зачета преподаватель может воспользоваться результатами текущего контроля успеваемости в течение семестра. С целью использования результатов текущего контроля успеваемости, преподаватель подсчитывает среднюю оценку уровня сформированности компетенций обучающегося (сумма оценок, полученных обучающимся, делится на число оценок).

Шкала и критерии оценивания уровня сформированности компетенций в результате изучения дисциплины при проведении промежуточной аттестации в форме зачета по результатам текущего контроля (без дополнительного аттестационного испытания)

Средняя оценка уровня сформированности компетенций по результатам текущего контроля	Шкала оценивания
Оценка не менее 3,0 и нет ни одной неудовлетворительной оценки по текущему контролю	«зачтено»

Оценка менее 3,0 или получена хотя бы одна неудовлетворительная оценка по текущему контролю	«не зачтено»

Если оценка уровня сформированности компетенций обучающегося не соответствует критериям получения зачета без дополнительного аттестационного испытания, то промежуточная аттестация проводится в форме собеседования по перечню теоретических вопросов и типовых практических задач или в форме компьютерного тестирования.

Промежуточная аттестация в форме зачета с проведением аттестационного испытания проходит на последнем занятии по дисциплине.

При проведении промежуточной аттестации в форме компьютерного тестирования вариант тестового задания формируется из фонда тестовых заданий по дисциплине случайным образом, но с условием: 50 % заданий должны быть заданиями открытого типа и 50 % заданий – закрытого типа.