

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ

Декан электроэнергетического факультета,
к.т.н.

Масгепаненко М.А.

«20» мая 2022 г.

Рабочая программа дисциплины

Б1.В.05 Электроэнергетические системы и сети

Шифр и наименование дисциплины по учебному плану

13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Код и наименование направления подготовки/специальности

Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий,
сельского хозяйства, и их объектов

Наименование профиля подготовки/специализации/магистерской программы

бакалавр

Квалификация выпускника

Очная, заочная

Форма обучения

2022

год набора на ОП

Ставрополь, 2022ь

1. Цель дисциплины

Целью освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» являются формирование у студентов целостного представления об электроэнергетических системах и сетях (ЭЭС), о задачах, решаемых инженерно-техническими работниками при проектировании и эксплуатации объектов ЭЭС, развитие навыков решения важнейших задач эксплуатации и проектирования, развитие навыков проектирования электрических систем и сетей, формировании знаний в области расчетов и оптимизации режимов электрических сетей.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций ОП ВО и овладение следующими результатами обучения по дисциплине:

Код и наименование компетенции	Код(ы) и наименование (-ия) индикатора(ов) достижения компетенций	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-2 Способен участвовать в разработке проекта и/или части проекта системы электроснабжения объектов ПД	ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	Знания: Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей
		Умения: Осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации по объекту капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
		Навыки и/или трудовые действия: Анализ частного технического задания на предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения
	ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства	Знания: Правила проектирования системы электроснабжения объекта капитального строительства
		Умения: Выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства
		Навыки и/или трудовые действия: Выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства
	ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД	Знания: Требования нормативных технических документов к устройству системы электроснабжения объекта капитального строительства
		Умения: Разработать схему электроснабжения с учетом выбранных проектных решений
		Навыки и/или трудовые действия: Разработка вариантов структурных схем системы электроснабжения объекта капитального строительства и выбор оптимальной структурной схемы

	ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД	<p>Знания: Типовые проектные решения системы электроснабжения объектов капитального строительства</p> <p>Умения: Применять правила разработки проектов системы электроснабжения объектов капитального строительства, процедуры и методики системы менеджмента качества, стандартов организации, правила автоматизированной системы управления организацией для сдачи заказчику проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства</p> <p>Навыки и/или трудовые действия: Выбор оборудования для системы электроснабжения объектов капитального строительства</p>
ПК-3 Способен проводить инженерно-техническое сопровождение деятельности по техническому обслуживанию и ремонту объектов ПД	ПК-3.1 Мониторинг технического состояния электрооборудования объектов ПД	<p>Знания: Правила эксплуатации и организации ремонта электрических сетей</p> <p>Умения: Самостоятельно поддерживать и повышать уровень профессиональной квалификации</p> <p>Навыки и/или трудовые действия: Изучение и анализ информации о работе оборудования подстанций, технических данных, их обобщение и систематизация</p>

3. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина Б1.В.05 «Электроэнергетические системы и сети» является дисциплиной части, формируемой участниками образовательных отношений программы бакалавриата.

Изучение дисциплины осуществляется:

- для студентов очной формы обучения – в 5 и 6 семестрах;
- для студентов заочной формы обучения – на 3 курсе.

Для освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» студенты используют знания, умения и навыки, сформированные в процессе изучения дисциплин бакалавриата «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Общая энергетика», «Электроснабжение».

Освоение дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» является необходимой основой для последующего изучения следующих дисциплин:

- «Электрическая часть электростанций и подстанций»;
- «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем»;
- «Техника высоких напряжений»;
- «Переходные процессы в электроэнергетических системах».

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

Общая трудоемкость дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» в соответствии с рабочим учебным планом и ее распределение по видам работ представлены ниже.

Очная форма обучения

Се- местр	Трудоем- кость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоя- тельная ра- бота, час	Контроль, час	Форма проме- жуточной атте- стации (форма контроля)
		лек- ции	практические занятия	лаборатор- ные занятия			
5	72/2	18		18	36		Зачет
в т.ч. часов: <i>в интерактивной форме</i>		4		4			
<i>практической подготов- ки (при наличии)</i>		18		18	36		
6	108/3	18		18	36	36	Экзамен, КП
в т.ч. часов: <i>в интерактивной форме</i>		4		4			
<i>практической подготов- ки (при наличии)</i>		18		18	36		

Се- местр	Трудоем- кость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел					
		Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифферен- цированный зачет	Консульта- ции перед экзаменом	Экзамен
5	72/2			0,12			
6	108/3		2			2	0,25

Заочная форма обучения

Курс	Трудоем- кость час/з.е.	Контактная работа с преподавателем, час			Самостоя- тельная ра- бота, час	Контроль, час	Форма проме- жуточной атте- стации (форма контроля)
		лек- ции	практические занятия	лаборатор- ные занятия			
3	180/5	8		8	155	9	Экзамен, КП
в т.ч. часов: <i>в интерактивной форме</i>		2		4			
<i>практической подготов- ки (при наличии)</i>		8		8	155		

Курс	Трудоем- кость час/з.е.	Внеаудиторная контактная работа с преподавателем, час/чел						
		Кон- троль- ная работа	Курсовая работа	Курсовой проект	Зачет	Дифферен- цированный зачет	Консуль- тации пе- ред экза- меном	Экзамен
3	180/5			2			2	0,25

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

Очная форма обучения

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
5 семестр									
Раздел 1 Термины и определения									
1.	Общие понятия об электроэнергетических системах и сетях	6	2			4	Контрольная точка 1	Тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
Раздел 2 Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы									
2.	Схемы замещения линий электропередачи	6	2			4	Контрольная точка 1	Тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
3.	Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов	10	2		4	5	Контрольная точка 1	Тестирование Защита лабораторных работ	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
4.	Представление нагрузок, генераторов при расчетах установившихся режимов	6	2			4	Контрольная точка 1	Тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
Раздел 3 Расчет режимов линий электропередачи, разомкнутых и простых замкнутых сетей с применением простейших вычислительных средств									
5.	Расчет режимов разомкнутых сетей	10	2		4	5	Контрольная точка 2	Тестирование Защита лабораторных работ	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
6.	Падение и потеря напряжения в линии	10	2		4	5	Контрольная точка 2	Тестирование Защита лабораторных работ	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
7.	Расчет сети с разными номинальными напряжениями	6	2			4	Контрольная точка 2	Тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего кон- троля успеваемости и промежуточной атте- стации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикато- ров компетенций**	Код индикаторов дости- жения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
8.	Расчет простых замкнутых сетей	14	4		6	5	Контрольная точка 2	Тестирование Защита лабора- торных ра- бот	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
	Промежуточная атте- стация						Зачет	зачет	
	Итого	72	18		18	36			
6 семестр									
Раздел 4. Проектирование электрических сетей									
9.	Технико-экономические показатели		2			2	Контрольная точка 3	Тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
10.	Тема 3. Технико-экономическое сравнение вариантов сети		2			2	Контрольная точка 3	Тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
11.	Выбор схем сетей с учетом надежности		2			2	Контрольная точка 3	Тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
Раздел 5. Выбор основных технических решений									
12.	Выбор основных технических решений		2		4	2	Контрольная точка 3	Тестирование Защита лабора- торных ра- бот	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
13.	Методы выбора сечений ЛЭП		2		4	2	Контрольная точка 3	Тестирование Защита лабора- торных ра- бот	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
14.	Выбор проводов и кабелей распределительных сетей		2			2	Контрольная точка 3	Тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
Раздел 6. Расчет установившихся режимов сложных электрических сетей									

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
15.	Линейные уравнения узловых напряжений		2		4	2	Контрольная точка 4	Тестирование Защита лабораторных работ	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
16.	Нелинейные УУН и методы их решения		2		6	2	Контрольная точка 4	Тестирование Защита лабораторных работ	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
Раздел 7. Потери электроэнергии в электрических сетях									
17.	Классификация, методы расчета, мероприятия по снижению потерь энергии в сетях		2			2	Контрольная точка 4	Тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
	Курсовой проект	18				18		Защита КП	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
	Промежуточная аттестация	36					Экзамен	Экзамен	
	Итого	108	18		18	36			
	ИТОГО 5 и 6 семестр	180	36		36	72	36		

Заочная форма обучения

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
Раздел 1 Термины и определения									
1.	Общие понятия об электроэнергетических системах и сетях	6				6	Контрольная точка по всем темам дисциплины	Собеседование, тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
Раздел 2 Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы									
2.	Схемы замещения линий электропередачи	7	1				Контрольная точка по всем темам дисциплины	Собеседование, тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
3.	Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов	7	1						ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
4.	Представление нагрузок, генераторов при расчетах установившихся режимов	6							ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
Раздел 3 Расчет режимов линий электропередачи, разомкнутых и простых замкнутых сетей с применением простейших вычислительных средств									
5.	Расчет режимов разомкнутых сетей	11	1			4	Контрольная точка по всем темам дисциплины	Собеседование, тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
6.	Падение и потеря напряжения в линии	6							ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
7.	Расчет сети с разными номинальными напряжениями	6							ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
8.	Расчет простых замкнутых сетей	7	1						ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
Раздел 4. Проектирование электрических сетей									
9.	Технико-экономические показатели	6					Контрольная точка по всем темам дисциплины	Собеседование, тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
10.	Тема 3. Технико-экономическое сравнение вариантов сети	7	1			6		ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1	
11.	Выбор схем сетей с учетом надежности	6				6		ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1	
Раздел 5. Выбор основных технических решений									
12.	Выбор основных технических решений	6				6	Контрольная точка по всем темам дисциплины	Собеседование, тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
13.	Методы выбора сечений ЛЭП	7	1			6			ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
14.	Выбор проводов и кабелей распределительных сетей	6				6			ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
Раздел 6. Расчет установившихся режимов сложных электрических сетей									
15.	Линейные уравнения узловых напряжений	6				6	Контрольная точка по всем темам дисциплины	Собеседование, тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
16.	Нелинейные УУН и методы их решения	11	1		4	6			ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1
Раздел 7. Потери электроэнергии в электрических сетях									
17.	Классификация, методы расчета, мероприятия по снижению потерь энергии в сетях	7	1			6	Контрольная точка по всем темам дисциплины	Собеседование, тестирование	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1

№ пп	Темы (и/или разделы) дисциплины	Количество часов					Формы текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Оценочное средство проверки результатов достижения индикаторов компетенций**	Код индикаторов достижения компетенций
		Всего	Лекции	Семинарские занятия		Самостоятельная работа			
				Практические	Лабораторные				
	Курсовой проект	50				50	Защита КП	ПК-2.1 ПК-2.2 ПК-2.3 ПК-2.4 ПК-3.1	
	Промежуточная аттестация	9					Экзамен	Экзамен	
	Итого	180	8			8		155	

5.1. Лекционный курс с указанием видов интерактивной формы проведения занятий

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка		
		очная форма	заочная форма	очно-заочная форма
1. Общие понятия об электроэнергетических системах и сетях (практическая подготовка)	Электроэнергетические системы и электрические сети. Основные понятия, термины и определения. Система обозначений.	2/-/2		
2. Схемы замещения линий электропередачи (Лекция-беседа) / (практическая подготовка)	Определение схемы замещения элемента электрической сети. Схемы замещения воздушных и кабельных линий; определение параметров схем замещения. Особенности определения параметров схем замещения линий с расщепленными проводами.	2/2/2	1/1/1	
3. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов (Лекция-беседа) / (практическая подготовка)	Схемы замещения двух и трехобмоточных трансформаторов; определение параметров схем замещения трансформаторов по паспортным и каталожным данным Особенности режимов работы автотрансформаторов, их схемы замещения. Потери мощности в трансформаторах.	2/2/2	1/-/1	
4. Представление нагрузок, генераторов при расчетах установившихся режимов (практическая подготовка)	Статические характеристики нагрузок потребителей. Задание нагрузок при расчетах режимов электрических сетей и систем. Представление генераторов при расчетах установившихся режи-	2/-/2		

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка		
		очная форма	заочная форма	очно-заочная форма
	мов.			
5. Расчет режимов разомкнутых сетей (практическая подготовка)	Схемы электрических систем, линейные и нелинейные уравнения установившегося режима. Расчет режима линии электропередачи при заданном токе нагрузки. Расчет режима линии электропередачи при заданной мощности нагрузки а) задано напряжение в конце линии; б) задано напряжение в начале линии. Расчет разомкнутой сети (в два этапа) при заданных мощностях нагрузки и напряжении источника питания.	2/-/2	1/-/1	
6. Падение и потеря напряжения в линии (практическая подготовка)	Падение и потеря напряжения в линии. Продольной составляющей падения напряжения. Поперечная составляющая падения напряжения. Векторная диаграмма токов и напряжений. Определение наибольшей потери напряжения.	2/-/2		
7. Расчет сети с разными номинальными напряжениями (практическая подготовка)	Расчетные нагрузки подстанций. Определение напряжения на стороне низшего напряжения подстанций. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Допущения при расчете разомкнутых распределительных сетей.	2/-/2		
8. Расчет простых замкнутых сетей (практическая подготовка)	Расчет простых замкнутых сетей. Распределение потоков мощности в простой замкнутой сети без учета потерь мощности. Расчет с учетом потерь мощности. Распределение напряжений в линии с двухсторонним питанием.	2/-/2	1/-/1	
9. Техничко-экономические показатели (практическая подготовка)	Капиталовложения в элементы энергосистем. Расходы по эксплуатации электрической сети. Себестоимость производства, передачи, а также потерь электроэнергии.	2/-/2		
10. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети (практическая подготовка)	Основные принципы технико-экономических расчетов при проектировании электрических систем. Приведенные затраты.	2/-/2	1/-/1	

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка		
		очная форма	заочная форма	очно-заочная форма
	Срок окупаемости. Чистый дисконтированный доход. Учет разновременности затрат.			
11. Выбор схем сетей с учетом надежности (практическая подготовка)	Принципы построения схем электрических сетей и требования к ним. Надежность схем. Повреждаемость элементов электрических сетей. Статистические показатели надежности. Расчеты надежности. Ущерб от аварийных нарушений электроснабжения: системный ущерб и ущерб потребителей. Выбор конфигурации электрических сетей по критериям экономичности и надежности.	2/-/2		
12. Выбор основных технических решений (практическая подготовка)	Методы прогнозирования нагрузок энергосистем. Выбор номинального напряжения сети.	2/-/2		
13. Методы выбора сечений ЛЭП (практическая подготовка)	Выбор сечений ЛЭП по методу экономической плотности тока. Выбор сечений проводов с помощью экономических интервалов тока и мощности.	2/-/2	1/-/1	
14. Выбор проводов и кабелей распределительных сетей (практическая подготовка)	Выбор сечения линий по допустимой потере напряжения. Выбор сечений в распределительных сетях 0,38–20 кВ. 1 условие равенство сечения на всех участках линии. 2 условие по минимуму суммарных потерь активной мощности. 3 условие минимум расхода (металла) проводникового материала. Проверка сечения по условиям допустимого нагрева.	2/-/2		
15. Линейные уравнения узловых напряжений (мультимедийные лекции) / (практическая подготовка)	Линейные уравнения узловых напряжений. Матричная форма. Методы решения линейных уравнений узловых напряжений.	2/2/2		
16. Нелинейные УУН и методы их решения (мультимедийные лекции) / (практическая подготовка)	Нелинейные уравнения узловых напряжений. Методы их решения. Метод Ньютона.	2/2/2	1/1/1	
17. Классификация, методы расчета, мероприятия по снижению потерь энергии в сетях (практическая подготовка)	Общие, технологические и коммерческие потери энергии и их составляющие. Характеристика составляющих потерь энергии и	2/-/2	1/-/1	

Тема лекции (и/или наименование раздел) (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Содержание темы (и/или раздела)	Всего, часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка		
		очная форма	заочная форма	очно-заочная форма
товка)	причин их возникновения. Определение потерь по графикам нагрузок и времени наибольших потерь. Метод средних нагрузок. Методы расчета нагрузочных потерь в сетях с разной степенью информационной обеспеченности расчетов. Группы мероприятий по снижению потерь. Характеристика организационных мероприятий. Характеристика технических мероприятий. Проблема коммерческих потерь в сетях.			
Итого		36/4/36	8/2/8	

5.2. Семинарские (практические, лабораторные) занятия с указанием видов проведения занятий в интерактивной форме

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка					
		очная форма		заочная форма		очно-заочная форма	
		прак	лаб	прак	лаб	прак	лаб
Раздел 2 Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы	Изучение конструктивного выполнения линий электропередачи (практическая подготовка)		4/-/4	2			
Раздел 3 Расчет режимов линий электропередачи, разомкнутых и простых замкнутых сетей с применением простейших вычислительных средств	Исследование режимов простейшей разомкнутой сети 110 кВ при различном характере нагрузки (практическая подготовка)		4/-/4	4			
	Исследование нормальных и послеаварийных режимов работы замкнутой сети 110 кВ (практическая подготовка) / (компьютерные симуляции)		6/4/6		4/2/4		
	Исследование вопросов регулирования напряжения при помощи трансформатора с РПН и батарей конденсаторов на примере простейшей сети (практическая подготовка)		4/-/4				
Раздел 5. Выбор основных технических решений	Параметров схемы замещения сложнозамкнутой электрической сети (практическая подготовка)		4/-/4				
Раздел 6. Расчет установившихся режимов	Подготовка исходных данных для расчета режимов сложно-		4/-/4				

Наименование раздела дисциплины	Формы проведения и темы занятий (вид интерактивной формы проведения занятий)/(практическая подготовка)	Всего часов / часов интерактивных занятий/ практическая подготовка					
		очная форма		заочная форма		очно-заочная форма	
		прак	лаб	прак	лаб	прак	лаб
сложных электрических сетей	замкнутой сети						
	Расчет режима сложной замкнутой сети с помощью программы RASTR (практическая подготовка) / (компьютерные симуляции)		6/4/6		4/2/4		
	Выбор регулировочных ответвлений на трансформаторах понизительных подстанций (практическая подготовка)		4/-/4				
	Контрольная работа (аудиторная)						
Итого			36/8/36		8/4/8		

5.3. Курсовой проект (работа) учебным планом предусмотрен.

5.4. Самостоятельная работа обучающегося

Виды самостоятельной работы	Очная форма, часов		Заочная форма, часов		Очно-заочная форма, часов	
	к текущему контролю	к промежуточной аттестации	к текущему контролю	к промежуточной аттестации	к текущему контролю	к промежуточной аттестации
Изучение учебной литературы, ответы на вопросы и тестовые задания самоконтроля, самостоятельное решение задач, подготовка к защите лабораторных работ	54	36	105	9		
Подготовка курсового проекта в том числе:	18	x	50	x		
обзор литературы	4	x	6	x		
подбор информации	2	x	8	x		
обработка и анализ информации	10	x	30	x		
обобщение результатов исследования	2	x	6	x		
Итого	72	36	155	9		

6. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Учебно-методическое обеспечение для самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» размещено в электронной информационно-образовательной среде Университета и доступно для обучающегося через его личный кабинет на сайте Университета. Учебно-методическое обеспечение включает:

1. Рабочую программу дисциплины «Электроэнергетические системы и сети».
2. Методические рекомендации по освоению дисциплины «Электроэнергетические системы и сети».
3. Методические рекомендации для организации самостоятельной работы обучающегося по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети».

4. Методические рекомендации по выполнению курсового проекта по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети».

5. Методические рекомендации по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети».

Для успешного освоения дисциплины, необходимо самостоятельно детально изучить представленные темы по рекомендуемым источникам информации:

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)		
		основная (из п.8 РПД)	дополнительная (из п.8 РПД)	интернет-ресурсы (из п.9 РПД)
1.	Электрические системы и сети	2,3	8	1,2,3
2.	Схемы замещения линий электропередачи	2,3	8	1,2,3
3.	Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов	2,3	8	1,2,3
4.	Представление нагрузок, генераторов при расчетах установившихся режимов	3	7	1,2,3
5.	Расчет режимов разомкнутых сетей	2	6	1,2,3
6.	Падение и потеря напряжения в линии	3	8	1,2,3
7.	Расчет сети с разными номинальными напряжениями	2	8	1,2,3
8.	Расчет простых замкнутых сетей	3	7	1,2,3
9.	Технико-экономические показатели	2,3	5	1,2,3
10.	Технико-экономическое сравнение вариантов сети	2	5	1,2,3
11.	Выбор схем сетей с учетом надежности	2	5	1,2,3
12.	Выбор основных технических решений	1,3	7	1,2,3
13.	Методы выбора сечений ЛЭП	2	8	1,2,3
14.	Выбор проводов и кабелей распределительных сетей	3	6	1,2,3
15.	Линейные уравнения узловых напряжений	2	9	1,2,3
16.	Нелинейные УУН и методы их решения	2	9	1,2,3
17.	Классификация, методы расчета, мероприятия по снижению потерь энергии в сетях	3	11	1,2,3

7. Фонд оценочных средств (оценочных материалов) для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети»

7.1. Перечень индикаторов компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы

Очная форма обучения

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Семестры									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения						■				
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения							■			
	Введение в специальность	■									
	Экономика электроэнергетики		■								
	Электрическая часть электростанций и подстанций					■	■				
	Электроэнергетические системы и сети					+	+				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем						■				
	Электроснабжение					■					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах						■				
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения							■			
	Техника высоких напряжений							■			
	Реконструкция электрических сетей					■					
	Автономные системы электроснабжения							■			
	Автоматика					■					
	Надежность электроснабжения								■		
	Организация и управление электросетевыми предприятиями								■		
	Энергосбытовая деятельность								■		
	Технико-экономические расчеты в энергетике				■						
	Математические задачи электроэнергетики				■						
	Преддипломная практика								■		
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена								■			
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы								■			
ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения						■				
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения							■			
	Экономика электроэнергетики		■								
	Электрическая часть электростанций и подстанций					■	■				
	Электроэнергетические системы и сети					■	■				
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем						■				
	Электроснабжение					■					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах						■				
	Режимы работы электрооборудования си-							■			

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Семестры												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
та системы электроснабжения объектов ПД	Экономика электроэнергетики		■											
	Электрическая часть электростанций и подстанций					■	■							
	Электроэнергетические системы и сети					■	■							
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем						■							
	Электроснабжение					■								
	Переходные процессы в электроэнергетических системах						■							
	Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения									■				
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения									■				
	Техника высоких напряжений									■				
	Реконструкция электрических сетей					■								
	Автономные системы электроснабжения									■				
	Автоматика					■								
	Надежность электроснабжения										■			
	Ремонт электрооборудования									■				
	Организация и управление электросетевыми предприятиями										■			
	Энергосбытовая деятельность										■			
	Технико-экономические расчеты в энергетике				■									
	Математические задачи электроэнергетики				■									
	Преддипломная практика											■		
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена											■		
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы											■			
ПК-3.1 Мониторинг технического состояния электрооборудования объектов ПД	Введение в специальность	■												
	Электробезопасность			■										
	Электрическая часть электростанций и подстанций					■	■							
	Электроэнергетические системы и сети					■	■							
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем						■							
	Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения									■				
	Техника высоких напряжений									■				
	Диагностика электроэнергетического оборудования									■				
	Ремонт электрооборудования									■				
	Монтаж электрооборудования									■				
	Организация и управление электросетевыми предприятиями										■			
	Эксплуатационная практика									■				
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена											■		
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы											■		
Энергетическое обследование объектов электроэнергетики										■				

Заочная форма обучения

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения					
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения					
	Введение в специальность					
	Экономика электроэнергетики					
	Электрическая часть электростанций и подстанций					
	Электроэнергетические системы и сети					
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
	Электроснабжение					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах					
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения					
	Техника высоких напряжений					
	Реконструкция электрических сетей					
	Автономные системы электроснабжения					
	Автоматика					
	Надежность электроснабжения					
	Организация и управление электросетевыми предприятиями					
	Энергосбытовая деятельность					
	Технико-экономические расчеты в энергетике					
	Математические задачи электроэнергетики					
	Преддипломная практика					
Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена						
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы						
ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения					
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения					
	Экономика электроэнергетики					
	Электрическая часть электростанций и подстанций					
	Электроэнергетические системы и сети					
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
	Электроснабжение					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах					
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения					
	Техника высоких напряжений					
	Реконструкция электрических сетей					
	Автономные системы электроснабжения					
	Автоматика					
	Надежность электроснабжения					
	Организация и управление электросетевыми предприятиями					
	Энергосбытовая деятельность					
Технико-экономические расчеты в энергетике						
Математические задачи электроэнергетики						

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
	Преддипломная практика					
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					
	Энергосбережение					
ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения					
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения					
	Экономика электроэнергетики					
	Электрическая часть электростанций и подстанций					
	Электроэнергетические системы и сети					
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
	Электроснабжение					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах					
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения					
	Техника высоких напряжений					
	Реконструкция электрических сетей					
	Автономные системы электроснабжения					
	Автоматика					
	Надежность электроснабжения					
	Организация и управление электросетевыми предприятиями					
	Энергосбытовая деятельность					
	Технико-экономические расчеты в энергетике					
	Математические задачи электроэнергетики					
	Преддипломная практика					
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
Выполнение и защита выпускной квалификационной работы						
ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД	Основы АСУ электроустановок систем электроснабжения					
	Проектирование и конструирование электроустановок систем электроснабжения					
	Экономика электроэнергетики					
	Электрическая часть электростанций и подстанций					
	Электроэнергетические системы и сети					
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
	Электроснабжение					
	Переходные процессы в электроэнергетических системах					
	Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения					
	Режимы работы электрооборудования систем электроснабжения					
	Техника высоких напряжений					
	Реконструкция электрических сетей					
	Автономные системы электроснабжения					
	Автоматика					
	Надежность электроснабжения					
	Ремонт электрооборудования					

Индикатор компетенции (код и содержание)	Дисциплины/элементы программы (практики, ГИА), участвующие в формировании индикатора компетенции	Курс				
		1	2	3	4	5
	Организация и управление электросетевыми предприятиями					
	Энергосбытовая деятельность					
	Технико-экономические расчеты в энергетике					
	Математические задачи электроэнергетики					
	Преддипломная практика					
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					
ПК-3.1 Мониторинг технического состояния электрооборудования объектов ПД	Введение в специальность					
	Электробезопасность					
	Электрическая часть электростанций и подстанций					
	Электроэнергетические системы и сети					
	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем					
	Основы эксплуатации электрооборудования систем электроснабжения					
	Техника высоких напряжений					
	Диагностика электроэнергетического оборудования					
	Ремонт электрооборудования					
	Монтаж электрооборудования					
	Организация и управление электросетевыми предприятиями					
	Эксплуатационная практика					
	Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена					
	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы					
Энергетическое обследование объектов электроэнергетики						

7.2. Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Оценка знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» проводится в форме текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль проводится в течение семестра с целью определения уровня усвоения обучающимися знаний, формирования умений и навыков, своевременного выявления преподавателем недостатков в подготовке обучающихся и принятия необходимых мер по её корректировке, а также для совершенствования методики обучения, организации учебной работы и оказания индивидуальной помощи обучающемуся.

Промежуточная аттестация по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» проводится 5 семестр в виде зачета и 6 семестр в виде экзамена.

За знания, умения и навыки, приобретенные студентами в период их обучения, выставляются оценки «ЗАЧТЕНО», «НЕ ЗАЧТЕНО» в 5 семестре и «ОТЛИЧНО», «ХОРОШО», «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО», «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» для экзамена в 6 семестре.

Для оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности в университете применяется балльно-рейтинговая система оценки качества освоения образовательной программы. Оценка проводится при проведении текущего контроля успеваемости и промежуточных аттестаций обучающихся. Рейтинговая оценка знаний является интегрированным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков студентов по дисциплине.

Состав балльно-рейтинговой оценки студентов очной формы обучения

Для студентов очной формы обучения знания по осваиваемым компетенциям формируются на лекционных и практических занятиях, а также в процессе самостоятельной подготовки.

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

5 семестр – зачет

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций	Максимальное количество баллов
Контрольная точка 1.	Тестирование по разделу 1	10
	Тестирование по разделу 2	10
	Защита лабораторных работ	20
Контрольная точка 2.	Тестирование по разделу 3	10
	Защита лабораторных работ	20
Сумма баллов по итогам текущего контроля		70
Активность на лекционных занятиях		10
Результативность работы на лабораторных занятиях		10
Поощрительные баллы		10
Итого		100

6 семестр – экзамен

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций	Максимальное количество баллов
Контрольная точка 3.	Тестирование по разделу 4	10
	Тестирование по разделу 5	10
	Защита лабораторных работ	20
Контрольная точка 4.	Тестирование по разделу 6 и 7	10
	Защита лабораторных работ	20
Сумма баллов по итогам текущего контроля		70
Активность на лекционных занятиях		10
Результативность работы на лабораторных занятиях		10
Поощрительные баллы		10
Итого		100

Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций

Результат текущего контроля для студентов заочной формы обучения складывается из оценки результатов обучения по всем разделам дисциплины и включает защиту лабораторных работ, собеседование, контрольную точку в виде тестирования (аудиторной) по всем разделам дисциплины (**маx 40 баллов**), посещение лекций (**маx 10 баллов**), результативность работы на лабораторных занятиях (**маx 10 баллов**), поощрительные баллы (**маx 10 баллов**).

В соответствии с балльно-рейтинговой системой оценки, принятой в Университете студентам начисляются баллы по следующим видам работ:

№ контрольной точки	Оценочное средство результатов индикаторов достижения компетенций	Максимальное количество
1.	Защита лабораторных работ	20
2.	Собеседование	10
	Контрольная точка по всем темам дисциплины (тестирование)	40
Сумма баллов по итогам текущего контроля		70
Активность на лекционных занятиях		10
Результативность работы на лабораторных занятиях		10
Поощрительные баллы (написание статей, участие в конкурсах, победы на олимпиадах, выступления на конференциях и т.д.)		10
Итого		100

Критерии и шкалы оценивания уровня усвоения индикатора компетенций

При проведении итоговой аттестации «экзамен», «зачет» преподавателю с согласия студента разрешается выставлять оценки («отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «зачет») по результатам набранных баллов в ходе текущего контроля успеваемости в семестре по выше приведенной шкале.

В случае отказа – студент сдает зачет, экзамен по приведенным выше вопросам и заданиям. Итоговая успеваемость зачет, экзамен не может оцениваться ниже суммы баллов, которую студент набрал по итогам текущей и промежуточной успеваемости.

При сдаче *зачета, экзамена* к заработанным в течение семестра студентом баллам прибавляются баллы, полученные на *зачете, экзамене* и сумма баллов переводится в оценку.

Критерии и шкалы оценивания ответа на зачете

По дисциплине « Электроэнергетические системы и сети» к зачету допускаются студенты, выполнившие и сдавшие практические работы по дисциплине, имеющие ежемесячную аттестацию и наличие по текущей успеваемости более 45 баллов. Студентам, набравшим более 55 баллов, зачет выставляется по результатам текущей успеваемости, студенты, набравшие от 45 до 54 баллов, сдают зачет по вопросам, предусмотренным РПД.

Критерии и шкалы оценивания ответа на экзамене

Сдача экзамена может добавить к текущей балльно-рейтинговой оценке студентов не более 16 баллов:

Содержание билета	Количество баллов
Теоретический вопрос №1 (оценка знаний)	до 5
Теоретический вопрос №2 (оценка знаний)	до 5
Задача (оценка умений и навыков)	до 6
Итого	16

Критерии оценки ответа на экзамене

Теоретические вопросы (вопрос 1, вопрос 2)

5 баллов выставляется студенту, полностью освоившему материал дисциплины или курса в соответствии с учебной программой, включая вопросы рассматриваемые в рекомендованной программой дополнительной справочно-нормативной и научно-технической литературы, свободно владеющему основными понятиями дисциплины. Требуется полное понимание и четкость изложения ответов по экзаменационному заданию (билету) и дополнительным вопросам, заданных экзаменатором. Дополнительные вопросы, как правило, должны относиться к материалу дисциплины или курса, не отраженному в основном экзаменационном задании (билете) и выявляют полноту знаний студента по дисциплине.

4 балла заслуживает студент, ответивший полностью и без ошибок на вопросы экзаменационного задания и показавший знания основных понятий дисциплины в соответствии с обязательной программой курса и рекомендованной основной литературой.

3 балла дан недостаточно полный и недостаточно развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции.

2 балла дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

1 балл дан неполный ответ, представляющий собой разрозненные знания по теме вопроса с существенными ошибками в определениях. Присутствуют фрагментарность, нелогичность изложения. Студент не осознает связь данного понятия, теории, явления с другими объектами дисциплины. Отсутствуют выводы, конкретизация и доказательность изложения. Речь неграмотная. Дополнительные и уточняющие вопросы преподавателя не приводят к коррекции ответа студента не только на поставленный вопрос, но и на другие вопросы дисциплины.

0 баллов - при полном отсутствии ответа, имеющего отношение к вопросу.

Оценивание задачи

6 баллов Задачи решены в полном объеме с соблюдением необходимой последовательности.

5 баллов

4 балла Задачи решены с небольшими недочетами.

3 балла

2 балла Задачи решены не полностью, но объем выполненной части таков, что позволяет получить правильные результаты и выводы.

1 баллов Задачи решены частично, с большим количеством вычислительных ошибок, объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

0 баллов Задачи не решены или работа выполнена не полностью, и объем выполненной части работы не позволяет сделать правильных выводов.

Перевод рейтинговых баллов в пятибалльную систему оценки знаний обучающихся:
для экзамена:

- «отлично» – от 85 до 100 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов необходимые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество их выполнения оценено числом баллов, близким к максимальному;

- «хорошо» – от 70 до 84 баллов – теоретическое содержание курса освоено полностью, без пробелов, некоторые практические навыки работы с освоенным материалом сформированы недостаточно, все предусмотренные программой обучения учебные задания выполнены, качество выполне-

ния ни одного из них не оценено минимальным числом баллов, некоторые виды заданий выполнены с ошибками;

- «удовлетворительно» – от 55 до 69 баллов – теоретическое содержание курса освоено частично, но пробелы не носят существенного характера, необходимые практические навыки работы с освоенным материалом в основном сформированы, большинство предусмотренных программой обучения учебных заданий выполнено, некоторые из выполненных заданий, возможно, содержат ошибки;

- «неудовлетворительно» – от 0 до 54 баллов - теоретическое содержание курса не освоено, необходимые практические навыки работы не сформированы, выполненные учебные задания содержат грубые ошибки, дополнительная самостоятельная работа над материалом курса не приведет к существенному повышению качества выполнения учебных заданий

7.3. Примерные оценочные материалы для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети»

Типовые вопросы и задачи для сдачи контрольной точки по темам 1-2

Дать определение понятия:

- электростанция;
- подстанция;
- центр, источник электропитания;
- распределительное устройство;
- линия электропередачи;
- потребитель ЭЭ, электроприемник (ЭП);
- электрическая сеть;
- электроэнергетическая (электрическая) система (ЭЭС);
- энергетическая система (энергосистема).

Привести классификация электрических сетей:

- по роду тока;
- номинальному напряжению;
- выполняемым функциям;
- характеру потребителя;
- конфигурации схемы сети.

Система обозначений

- соотношения между линейным и фазным напряжением;
- полная, активная и реактивная мощность
- ток в узле;
- потери мощности в линии.

Определение схемы замещения элемента электрической сети.

Схемы замещения воздушных и кабельных линий;

Определение параметров схем замещения.

Особенности определения параметров схем замещения линий с расщепленными проводами.

Схемы замещения двух трансформаторов;

Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов;

Определение параметров схем замещения трансформаторов по паспортным и каталожным данным

Особенности режимов работы автотрансформаторов, их схемы замещения.

Потери мощности в трансформаторах.

Общая характеристика изменения нагрузок во времени и от параметров режима.

Графики электрических нагрузок и их характеристики.

Статические характеристики электрических нагрузок.

Обобщенные характеристики комплексных нагрузок по напряжению и частоте.

Представление нагрузок при расчетах режимов электрических сетей.

Расчетные нагрузки подстанций.

Практико-ориентированные задачи:

Задание 1

Определить удельные параметры воздушной и кабельной линий электропередачи напряжением 10 кВ, а также параметры схемы замещения этих линий при их длине 4 км. Воздушная линия выполнена проводами АС-50/8 при среднегеометрическом расстоянии между ними 2,5 м, кабельная линия – кабелем ААБ 3×50 при среднегеометрическом расстоянии между жилами кабеля 1,5 см. Максимальная мощность, передаваемая по воздушной линии, составляет 1000 кВА, по кабельной – 1600 кВА.

Задание 2

Определить удельные параметры одноцепной воздушной линии 110 кВ с проводами марки АС 95/16, расположенными на П-образных деревянных опорах с расстоянием между проводами $D_{ab} = D_{bc} = D = 4,3$ м, и вычислить параметры схемы замещения двухцепной линии длиной 100 км.

Вопросы к практическому занятию

Какие схемы замещения применяются для воздушных и кабельных линий?

Как изменяется индуктивное сопротивление линии при увеличении расстояния между проводами и уменьшении радиуса проводов?

Как снизить потери мощности на корону в линии электропередачи?

Задание 3

Определить параметры схемы замещения двухобмоточного трансформатора типа ТМ-40/6, приведенные к номинальным напряжениям первичной и вторичной обмоток.

Задание 4

Определить приведенные к стороне высшего напряжения параметры схемы замещения двух параллельно включенных трансформаторов ТДН-16000/110.

Задание 5

Определить параметры схемы замещения трехобмоточного трансформатора типа ТДНТ-10000/110, приведенные к стороне высшего напряжения.

Вопросы к задачам:

Какие схемы замещения применяются для трансформаторов и автотрансформаторов?

Как изменяются сопротивления трансформаторов и потери мощности в них с ростом номинального напряжения?

Как вычисляются потери мощности в трансформаторах?

Типовые вопросы и задачи для сдачи контрольной точки по темам 3

Задачи расчетов режимов линий электропередачи (ЛЭП) и электрических сетей.

Векторная диаграмма токов и напряжений ЛЭП.

Падение и потеря напряжения в элементах электрической сети.

Электрический расчет ЛЭП по току нагрузки.

Электрический расчет ЛЭП мощности нагрузки по данным конца.

Электрический расчет ЛЭП мощности нагрузки по данным начала.

Анализ режимов работы линии с помощью векторных диаграмм.

Потери мощности в линиях и трансформаторах.

Расчет разомкнутой сети по мощностям и токам нагрузок.

Метод последовательных приближений (расчет в два этапа).

Расчет ЛЭП с учетом трансформаторов.

Совместный расчет сетей нескольких номинальных напряжений.

Расчет распределительных электрических сетей.

Расчеты простых замкнутых сетей и линий с двухсторонним питанием.

Задание 6

Нагрузка $\underline{S}_2 = 11 + j10$ МВА питается от шин электростанции по одноцепной линии 110 кВ

длиной 80 км. Схема замещения линии показана на рисунке 1, ее параметры $r_{12}=24,48$ Ом, $x_{12}=34,72$ Ом, $b_{12} = 208,8 \cdot 10^{-6}$ См. Напряжение на шинах электростанции $U_1=109$ кВ.

Определить мощность \underline{S}_1 , вырабатываемую электростанцией, и напряжение в конце линии U_2 . Расчет проведем в два этапа.

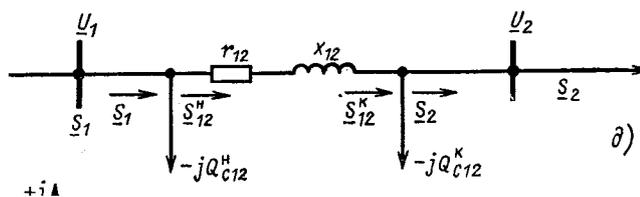


Рисунок 1 – схема замещения линии для расчета при заданной мощности нагрузки

Задание 7

Определить падение и потерю напряжения в линии, рассмотренной в примере 6, по известным мощности нагрузки $\underline{S}_2=11+j10$ МВА и напряжению в конце линии $\underline{U}_2 = 103,48 - j1,54$ кВ.

Задание 8

Определить падение и потерю напряжения в линии, рассмотренной в примере 6, по известным мощности в начале линии $\underline{S}'_{12}=11,40+j9,30$ МВА и напряжению в начале линии $\underline{U} = 109$ кВ; $U_1 = 109$ кВ.

Вопросы к практическому занятию

В чем состоит различие между падением и потерей напряжения? Проиллюстрируйте это различие с помощью векторной диаграммы напряжений.

Чем различаются продольная и поперечная составляющие падения напряжения и как они выражаются через потоки мощности в линии?

Как рассчитать в два этапа режим линии из двух участков при заданном напряжении в начале первого участка?

Задание 9

Определить расчетные нагрузки подстанций, 2, 3, 4 (рисунок 2). Активные мощности нагрузок $P_{2н}=22$ МВт, $P_{3н}=17$ МВт, $P_{4н}=30$ МВт, коэффициенты мощности всех нагрузок $\cos \varphi = 0,86$. Длины участков и марки использованных проводов 110 кВ указаны на рисунке 4.2, а. На подстанциях 2–4 установлены по два трансформатора следующих типов: подстанция 2–ТРДН-25000/110; подстанция 3–ТДН-16000/110, подстанция 4–ТРДН-40000/110.

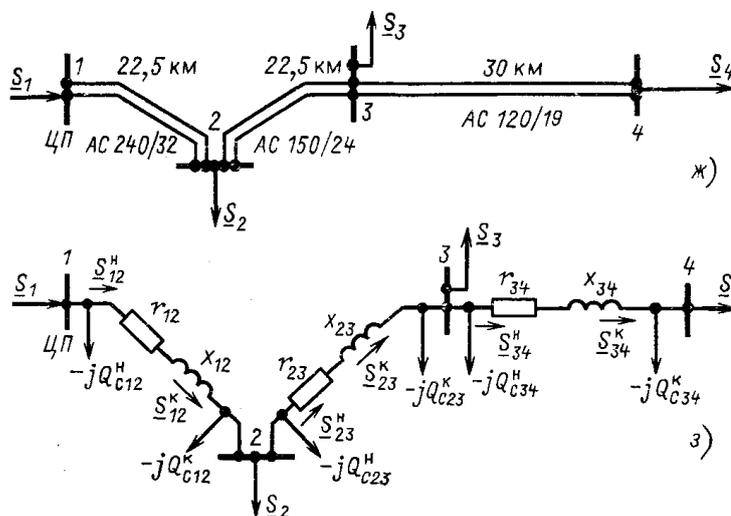


Рисунок 2 – Расчет режима разомкнутой питающей сети:
а – схема сети из трех линий; б – схема замещения сети из трех линий

Вопросы к задачам:

Для чего в схему сети вводят расчетные нагрузки?

Как определить расчетные нагрузки подстанций?

Какие данные о нагрузке и сети необходимы для определения расчетных нагрузок?

Задание 10

Рассчитать рабочие режимы линий питающей сети, схема которой изображена на рисунке 2, а.

Мощности нагрузок на стороне ВН трансформаторов

$$\underline{S}_2 = 22,117 + j14,787 \text{ МВА}; \quad \underline{S}_3 = 17,103 + j11,592 \text{ МВА};$$

$$\underline{S}_4 = 30,136 + j19,917 \text{ МВА}.$$

Длины линий и марки использованных проводов указаны на схеме (рисунок 5.2, а). Напряжение в ЦП поддерживается равным 117,7 кВ.

Вопросы к практическому занятию

Каковы допущения при расчете сети в 2 этапа?

На какие параметры режима сети оказывают наибольшее влияние принимаемые допущения?

Возможно ли провести расчет в 2 этапа без определения расчетных нагрузок?

Задание 11

Кольцевая сеть (рисунок 3, а) напряжением 110 кВ связывает электростанцию 1 с понижающими подстанциями 2, 3, имеющими расчетные нагрузки $\underline{S}_2 = 28 + j23$ МВА и $\underline{S}_3 = 39,2 + j32,89$ МВА. Марки проводов, длины линий указаны на рисунке. Сопротивления их равны: $\underline{Z}_{12} = 3,6 + j12,15$ Ом; $\underline{Z}_{23} = 5 + j6$ Ом; $\underline{Z}_{13} = 8,1 + j20,65$ Ом. Напряжение на шинах электростанции равно 113 кВ. Определить мощность, которая поступает с шин электростанции. Расчет провести без учета потерь мощности.

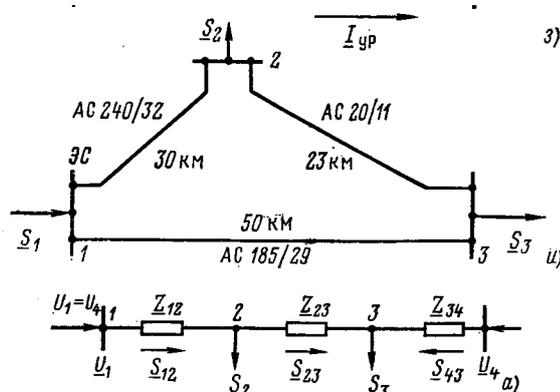


Рисунок 3 – Распределение потоков мощности в линии с двухсторонним питанием:

а – схема кольцевой сети 110 кВ; б – схема замещения линии с четырьмя узлами.

Вопросы к задачам:

Как определить точку потокораздела в простой замкнутой сети?

Возможно ли провести расчет замкнутой сети без определения расчетных нагрузок?

Всегда ли точки потокораздела активной и реактивной мощности совпадают в однородной сети?

Типовые вопросы и задачи для сдачи контрольной точки по темам 4-5

Общие сведения о проектировании электрических сетей.

Состав задач проектирования и элементы САПР электрических систем и сетей.

Учет многокритериальности при проектировании электрических систем, основные критерии.

Капиталовложения в элементы энергосистем.

Расходы по эксплуатации электрической сети.

Себестоимость производства, передачи, а также потерь электроэнергии.

Основные принципы технико-экономических расчетов при проектировании электрических систем.

Приведенные затраты.

Срок окупаемости.

Чистый дисконтированный доход.

Учет разновременности затрат.

Принципы построения схем электрических сетей и требования к ним.

Надежность схем.

Повреждаемость элементов электрических сетей.

Расчеты надежности.

Ущерб от аварийных нарушений электроснабжения: системный ущерб и ущерб потребителей.

Выбор конфигурации электрических сетей по критериям экономичности и надежности.

Методы прогнозирования нагрузок энергосистем.

Выбор номинального напряжения сети.

Методы выбора сечений ЛЭП

Выбор сечений ЛЭП по методу экономической плотности тока.

Выбор сечений проводов с помощью экономических интервалов тока и мощности

Выбор проводов и кабелей распределительных сетей

Выбор сечений проводов и жил кабелей распределительных сетей по допустимым потерям и отклонениям напряжения.

Длительно допустимые нагрузки на провода и кабели по условиям их нагрева.

Проверка сечения по условиям допустимого нагрева.

Плавкие предохранители.

Расстановка и выбор плавких предохранителей в электрических сетях.

Задание 1

На рисунке 4 показана схема географического расположения источника питания района и пунктов потребления электроэнергии. Нагрузки подстанций равны: $P_2=36$ МВт, $P_3=39$ МВт, $P_4=22$ МВт, $P_5=17$ МВт, $P_6=41$ МВт. Определить мощности нагрузок, рассчитать баланс активной мощности в сети и расставить компенсирующие устройства на шинах 10 кВ понижающих подстанций.

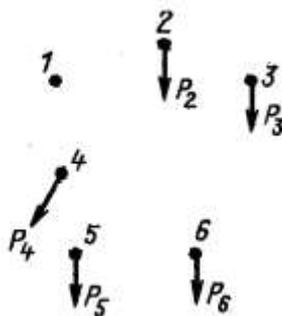


Рисунок 4 – Схема географического расположения

Вопросы к заданию 1:

Какова связь между балансом активной мощности и регулированием частоты?

Каково назначение батарей конденсаторов и синхронных компенсаторов в электрических сетях?

Каковы критерии расстановки КУ?

Задание 2

Определить потокораспределение активной мощности и номинальное напряжение линий для схемы варианта 1 рисунок 5.

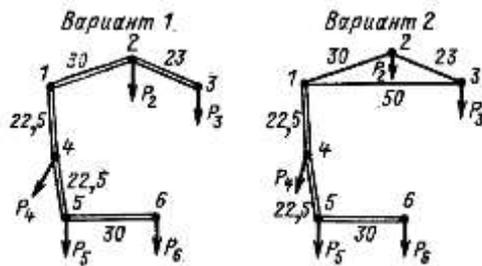


Рисунок 5 – Варианты схемы сети

Задание 3

Определить потокораспределение активной мощности и номинальное напряжение линий для схемы варианта 2 рисунок 5.

Вопросы к заданию 2, 3:

От каких факторов зависит экономически целесообразное номинальное напряжение проектируемой сети?

Каковы преимущества и недостатки применения более высокого номинального напряжения?

Каковы недостатки применения более высокого номинального напряжения?

Задание 4

Оценить баланс реактивной мощности для сети вариант 1 и определить потокораспределение реактивной мощности. Коэффициент мощности системы, в которую входит проектируемая сеть, равен $\cos \varphi_{эс} = 0,9$.

Задание 5

Оценить баланс реактивной мощности для сети вариант 2 и определить потокораспределение реактивной мощности. Коэффициент мощности системы, в которую входит проектируемая сеть, равен $\cos \varphi_{эс} = 0,9$.

Вопросы к заданиям 4, 5:

Какова связь между балансом реактивной мощности и регулированием напряжения?

При каком условии в линиях 110 кВ допускается принимать равными величины потерь и генерации реактивной мощности?

В электрических сетях двух номинальных напряжений (например, 220/110 кВ) следует в первую очередь устанавливать компенсирующие устройства на шинах 10 кВ подстанций сети более низкого номинального напряжения (110 кВ) или более высокого (220 кВ)?

Задание 6

Выбрать экономически целесообразные сечения проводов для схемы варианта 1, принимая для всех подстанций одно и то же время наибольшей нагрузки $T_{но} = 3800$ ч. Действительные мощности нагрузок подстанций принять по результатам выполнения задания 4.

Задание 7

Выбрать экономически целесообразные сечения проводов для схемы варианта 2, принимая для всех подстанций одно и то же время наибольшей нагрузки $T_{но} = 3800$ ч. Действительные мощности нагрузок подстанций принять по результатам выполнения задания 5.

Задание 8

Произвести проверку выбранных сечений в задании 6: по условию длительно допустимого нагрева; по допустимым потерям напряжения. Район проектирования сети Северный Кавказ.

Задание 9

Произвести проверку выбранных сечений в задании 7: по условию длительно допустимого

нагрева; по допустимым потерям напряжения. Район проектирования сети Северный Кавказ.

Вопросы к заданиям 6-9:

От каких факторов зависит расчетная токовая нагрузка?

В чем сущность метода экономической плотности тока для определения сечений проводов?

Каковы условия проверки выбранных проводов?

Чем обусловлена допустимая температура для кабелей и проводов?

Какие режимы работы проводов должны проверяться по допустимому току?

Задание 10

Выбрать силовые трансформаторы для проектируемой сети вариант 1 и вариант 2. Определение потерь мощности в нормальном режиме наибольших нагрузок для вариантов 1 и 2. В состав потребителей всех подстанций входят потребители I категория.

Вопросы к заданию 10:

Чем определяется выбор числа трансформаторов на подстанции?

Что такое перегрузочная способность трансформаторов?

От каких параметров работы трансформатора зависит его перегрузочная способность?

Типовые вопросы и задачи для сдачи контрольной точки по темам 6-7

Линейные уравнения узловых напряжений.

Линейные уравнения узловых напряжений (УУН) в матричной форме.

Методы решения линейных УУН.

Точные методы решения линейных УУН.

Итерационные методы решения линейных УУН.

Методы решения нелинейных УУН.

Применение точных методов для решения нелинейных УУН.

Итерационные методы решения нелинейных УУН.

Метод Ньютона

Преобразование сети и исключение узлов.

Расчеты однородных сетей.

Учет слабой заполненности матриц.

Методы эквивалентирования сети.

Классификация потерь энергии в сетях.

Методы расчета нагрузочных потерь энергии.

Определение потерь по графикам нагрузок и времени наибольших потерь.

Метод средних нагрузок.

Задание 1

Определение и расчет параметров схемы замещения сложносвязанной электрической сети

Задание 2

Подготовка исходных данных для расчета режимов сложносвязанной электрической сети на ЭВМ с использованием промышленного программного комплекса RastrWin.

Задание 3

Выполнение расчетов на ЭВМ с использованием промышленного программного комплекса RastrWin для максимального, минимального и послеаварийного режимов.

Задание 4

Произвести выбор регулировочных ответвлений на трансформаторах понизительных подстанций на основании расчетов по программе RastrWin для максимального, минимального и послеаварийного режимов.

Вопросы для подготовки к экзамену в 6 семестре:

1. Капиталовложения в элементы энергосистем
2. Расходы по эксплуатации электрической сети
3. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети
4. Категории надежности электроснабжения потребителей
5. Техничко-экономическое сравнение вариантов сети с учетом ущерба
6. Методы прогнозирования нагрузок энергосистем
7. Выбор номинального напряжения сети
8. Чистый дисконтированный доход
9. Выбор сечения проводов по экономической плотности тока
10. Выбор сечений проводов по экономическим интервалам
11. Выбор сечения линии по допустимой потере напряжения при условии равенства сечения на всех участках линии
12. Выбор сечения линии по допустимой потере напряжения при условии минимума суммарных потерь активной мощности
13. Выбор сечения линии по допустимой потере напряжения при условии минимума расхода проводникового материала
14. Температура, допустимая по нагреву проводов и кабелей
15. Ток, допустимый по нагреву проводов и кабелей
16. Проверка сечений по условиям нагрева
17. Аппараты, защищающие сеть от перегрева
18. Выбор аппаратов, защищающих сеть от перегрева
19. Линейные уравнения узловых напряжений
20. Метод Гаусса решения линейных уравнений узловых напряжений
21. Применение обратной матрицы Z_{ν} для решения линейных уравнений узловых напряжений.
22. Метод простой итерации решения линейных уравнений узловых напряжений
23. Метод Зейделя решения линейных уравнений узловых напряжений
24. Нелинейные уравнения узловых напряжений
25. Метод Гаусса решения нелинейных уравнений узловых напряжений
26. Применение обратной матрицы Z_{ν} для решения нелинейных уравнений узловых напряжений.
27. Метод простой итерации решения нелинейных уравнений узловых напряжений
28. Метод Зейделя решения нелинейных уравнений узловых напряжений
29. Метод Ньютона решения нелинейных уравнений узловых напряжений
30. Упрощение схем замещения сетей путем замены нескольких линий одной
31. Упрощение схем замещения сетей путем переноса нагрузки
32. Преобразования треугольника в звезду и обратно
33. Учет слабой заполненности матриц
34. Классификация потерь энергии
35. Расчет потерь электроэнергии по графику нагрузки
36. Расчет потерь электроэнергии по времени наибольших потерь
37. Расчет потерь электроэнергии методом $\tau P \tau Q$
38. Расчет потерь электроэнергии методом двух τ
39. Расчет потерь электроэнергии методом средних нагрузок
40. Расчет потерь электроэнергии методом характерных режимов
41. Условно-постоянные потери в трансформаторах, ЛЭП и оборудовании
42. Мероприятия по снижению технических потерь энергии

Лабораторные занятия:

- Изучение конструктивного выполнения линий электропередачи
- Исследование режимов простейшей разомкнутой сети 110 кВ при различном характере нагрузки

- Исследование нормальных и послеаварийных режимов работы замкнутой сети 110 кВ (компьютерные симуляции)
- Исследование вопросов регулирования напряжения при помощи трансформатора с РПН и батарей конденсаторов на примере простейшей сети
- Параметров схемы замещения сложнозамкнутой электрической сети
- Подготовка исходных данных для расчета режимов сложнозамкнутой сети
- Расчет режима сложнозамкнутой сети с помощью программы RASTR (компьютерные симуляции)
- Выбор регулировочных ответвлений на трансформаторах понизительных подстанций

Курсовой проект

Каждому студенту выдается индивидуальное задание.

Тема курсовых проектов:

Проектирование районной электрической сети 35-220 кВ для электроснабжения района _____ с установленной мощностью _____ МВт.

Раздел	Наименование раздела (объем в %)
1	Баланс активной и реактивной мощности. Выбор компенсирующих устройств (10%)
2	Формирование вариантов схем электрических сетей (15%)
3	Расчет приближенного потокораспределения. Выбор номинально-го напряжения сети. Выбор сечения линий (30%)
4	Выбор мощности трансформаторов (5%)
5	Технико-экономическое сравнение вариантов (10%)
6	Расчет режимов работы электрической сети на ЭВМ. Выбор средств регулирования напряжения (20%)
7	Основные технико-экономические показатели спроектированной сети (10%)
8	Подготовка отчета и графического материала
9	Получение допуска к защите
10	Защита

В данном разделе РПД приведены типовые задания для проведения текущего контроля успеваемости студентов. Полный перечень заданий содержится в учебно-методическом комплексе по дисциплине «Электрические системы и сети», который размещен в личном кабинете Ярош В.А.

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

а) Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины

основная

1. Лыкин А. В. Электрические системы и сети : учебник ; ВО – Бакалавриат / Лыкин А. В. - Новосибирск:НГТУ, 2017. - 363 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/118089>. - Издательство Лань.
2. Немировский А.Е. Электрооборудование электрических сетей, станций и подстанций : Учебное пособие; ВО - Бакалавриат, Магистратура/Вологодский государственный университет. - Вологда:Инфра-Инженерия, 2020. - 174 с. - URL: <http://znanium.com/catalog/document?id=361762>.
3. Полуянович Н. К. Монтаж, наладка, эксплуатация и ремонт систем электроснабжения промышленных предприятий : учебно пособие ; ВО - Бакалавриат, Магистратура/Полуянович Н. К.. - Санкт-Петербург:Лань, 2021. - 396 с. - URL: <https://e.lanbook.com/book/171888>. - Издательство Лань.
4. Ярош, В. А. Расчёты режимов сложнозамкнутых сетей с применением вычислительных средств : учеб. пособие для выполнения лабораторных работ по дисциплине «Электроэнергетические системы и сети» для студентов направления подготовки бакалавриата 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника Профиль «Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов»/В. А. Ярош ; Ставропольский ГАУ. - Ставрополь, 2021. - 1,13 МБ

дополнительная

1. Антонов, С. Н. Проектирование электроэнергетических систем : учеб. пособие/С. Н. Антонов, Е. В. Коноплев, П. В. Коноплев, А. В. Ивашина. - Ставрополь, 2014. - 2,74 МБ
2. Будзко, И. А. Электроснабжение сельского хозяйства : учебник для студентов вузов по специальности 311400 "Электрификация и автоматизация сел. хоз-ва". - М.:КолосС, 2000. - 536 с.
3. Ганелин, А. М. Справочник сельского электрика (в вопросах и ответах). - М.:Агропромиздат, 1988. - 304 с.
4. Железко, Ю. С. Расчет, анализ и нормирование потерь электроэнергии в электрических сетях : рук. для практ. расчетов. - М.: ЭНАС, 2008. - 280 с.
5. Ивашина, А. В. Тетрадь лабораторных работ по курсу "Электрические системы и сети" : для студентов 3 курса электроэнергет. фак./А. В. Ивашина ; СтГАУ. - Ставрополь, 2017. - 838 КБ
6. Косоухов Ф. Д. Энергосбережение в низковольтных электрических сетях при несимметричной нагрузке : монография/Косоухов Ф. Д., Васильев Н. В., Борошнин А. Л., Филиппов А. О.; Криштопа Н.Ю., Кузнецова Е.С., Под общей ред. Ф. Д. Косоухова. - Санкт-Петербург:Лань, 2016. - 280 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=75512. - Издательство Лань.
7. Лыкин, А. В. Электрические системы и сети : учеб. пособие для студентов вузов по направлению "Электроэнергетики". - М.: Логос, 2008. - 254 с.
8. Лыкин А.В. Электроснабжение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях : учебное пособие ; ВО - Магистратура. - Новосибирск:Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2013. - 115 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=546322>.
9. Макаров, Е. Ф. Справочник по электрическим сетям 0,4-35 кВ и 110-1150 кВ : учеб.-произв. пособие в 6 т. : Т. 3/под ред. И. Т. Горюнова, А. А. Любимова. - М.: Папирус Про, 2008. - 688 с.
10. Назарычев А.Н. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей : учебно-практическое пособие . - Вологда: Инфра-Инженерия, 2006. - 928 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=520697>.
11. Справочник по проектированию электрических сетей/под ред. Д. Л. Файбисовича. - М.:ЭНАС, 2007. - 352 с.
12. Филиппова Т.А. Энергетические режимы электрических станций и электроэнергетических систем : учебник ; ВО - Бакалавриат, Магистратура, Специалитет. - Новосибирск: Новосибирский государственный технический университет (НГТУ), 2014. - 294 с. - URL: <http://new.znaniium.com/go.php?id=556662>.
13. Фролов Ю. М. Основы электроснабжения : учеб. пособие ; ВО - Бакалавриат/Фролов Ю. М., Шелякин В. П.. - Санкт-Петербург:Лань, 2012. - 480 с. - URL: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_cid=25&pl1_id=4545. - Издательство Лань.
14. Шаров, Ю. В. Электроэнергетика : учеб. пособие для студентов вузов по направлению 140200 "Электроэнергетики"/Ю. В. Шаров, В. Я. Хорольский, М. А. Таранов, В. Н. Шемякин. - Ставрополь: АГРУС, 2011. - 456 с.
15. Электрические системы и сети : метод. указания к выполнению курсового проекта для студентов очной и заочной формы обучения электроэнергет. фак. по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»/сост.: А. В. Ивашина, С. Н. Антонов ; СтГАУ. - Ставрополь, 2017. - 1,74 МБ

б) Методические материалы, разработанные преподавателями кафедры по дисциплине, в соответствии с профилем ОП.

1. Учебное пособие по выполнению курсового проекта.
2. Учебное пособие по выполнению лабораторных работ.
3. Пособие по самостоятельной работе.

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

БАЗЫ ДАННЫХ

Международная реферативная база данных SCOPUS. <http://www.scopus.com/>

Международная реферативная база данных WebofScience. <http://wokinfo.com/russian/>

Электронная библиотека диссертаций Российской государственной библиотеки <http://elibrary.rsl.ru/>

<http://ru.wikipedia.org> Википедия

http://window.edu.ru/library?p_rubr=2.2.75.27, единое окно доступа к образовательным ресурсам, раздел «Электроэнергетика»

10. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

При изучении дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» необходимо обратить внимание на последовательность изучения тем.

В лекциях излагаются основные теоретические сведения, составляющие научную концепцию курса. Для успешного освоения лекционного материала рекомендуется: - после прослушивания лекции прочитать её в тот же день; - выделить маркерами основные положения лекции; - структурировать лекционный материал с помощью помет на полях в соответствии с примерными вопросами для подготовки. В процессе лекционного занятия студент должен выделять важные моменты, выводы, основные положения, выделять ключевые слова, термины. Обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удаётся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на занятии.

Студенту рекомендуется во время лекции участвовать в обсуждении проблемных вопросов, высказывать и аргументировать своё мнение. Это способствует лучшему усвоению материала лекции и облегчает запоминание отдельных выводов. Прослушанный материал лекции студент должен проработать. От того, насколько эффективно это будет сделано, зависит и прочность усвоения знаний. Рекомендуется перечитать текст лекции, выявить основные моменты в каждом вопросе, затем ознакомиться с изложением соответствующей темы в учебниках, проанализировать дополнительную учебно-методическую и научную литературу по теме, расширив и углубив свои знания. В процессе рекомендуется выписывать из изученной литературы и подбирать свои примеры к изложенным на лекции положениям.

В ходе лекционных занятий обучающимся рекомендуется выполнять следующие действия. Вести конспектирование учебного материала. Обращать внимание на категории, формулировки, раскрывающие содержание тех или иных явлений и процессов, научные выводы и практические рекомендации по их применению. Задавать преподавателю уточняющие вопросы с целью уяснения теоретических положений, разрешения спорных ситуаций.

Желательно оставить в рабочих конспектах поля, на которых во внеаудиторное время можно сделать пометки из рекомендованной литературы, дополняющие материал прослушанной лекции, а также подчеркивающие особую важность тех или иных теоретических положений.

Рекомендуется следующим образом организовать время, необходимое для изучения дисциплины:

Изучение конспекта лекции в тот же день, после лекции – 10-15 минут.

Изучение конспекта лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут.

Изучение теоретического материала по учебнику и конспекту – 1 час в неделю.

Для понимания материала и качественного его усвоения рекомендуется такая последовательность действий:

1. После прослушивания лекции и окончания учебных занятий, при подготовке к занятиям следующего дня, нужно сначала просмотреть и обдумать текст лекции, прослушанной сегодня (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции следующего дня, нужно просмотреть текст предыдущей лекции, подумать о том, какая может быть тема следующей лекции (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время (1-час) для работы с литературой в библиотеке.

Рекомендуется использовать методические указания по курсу, текст лекций преподавателя.

Теоретический материал курса становится более понятным, когда дополнительно к прослушиванию лекции и изучению конспекта, изучаются и книги. Легче освоить курс придерживаясь одного учебника и конспекта. Рекомендуется, кроме «заучивания» материала, добиться состояния понимания изучаемой темы дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько простых упражнений на данную тему. Кроме того, очень полезно мысленно

здать себе следующие вопросы (и попробовать ответить на них): о чем этот параграф?, какие новые понятия введены, каков их смысл?, что даст это на практике?.

Методические рекомендации к лабораторным занятиям

При подготовке к лабораторным занятиям рекомендуется следующий порядок действий: 1. Внимательно проанализировать поставленные теоретические вопросы, определить объем теоретического материала, который необходимо усвоить. 2. Изучить лекционные материалы, соотнося их с вопросами, вынесенными на обсуждение. 3. Прочитать рекомендованную обязательную и дополнительную литературу, дополняя лекционный материал (желательно делать письменные заметки). 4. Отметить положения, которые требуют уточнения, зафиксировать возникшие вопросы. Особое внимание следует обратить на примеры, факты, которыми Вы будете оперировать при рассмотрении отдельных теоретических положений. 5. После усвоения теоретического материала необходимо приступить к выполнению практического задания. Практическое задание рекомендуется выполнять письменно.

При подготовке к лабораторным занятиям, обучающимся необходимо изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, новыми публикациями в периодических изданиях: журналах, газетах и т.д. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования учебной программы. В ходе подготовки к лабораторным занятиям необходимо освоить основные понятия и методики расчета показателей, ответить на контрольные вопросы. В течении лабораторного занятия студенту необходимо выполнить задания, выданные преподавателем, что зачитывается как текущая работа студента и оценивается по критериям, представленным в рабочей программе.

При подготовке к лабораторным занятиям следующего дня, необходимо сначала прочитать основные понятия и подходы по теме домашнего задания. При выполнении упражнения или задачи нужно сначала понять, что требуется в задаче, какой теоретический материал нужно использовать, наметить план решения задачи.

Подготовка к контрольным мероприятиям

Текущий контроль осуществляется в виде устных, тестовых опросов по теории, коллоквиумов. При подготовке к опросу студенты должны освоить теоретический материал по блокам тем, выносимых на этот опрос. При подготовке к аудиторной контрольной работе студентам необходимо повторить материал лекционных и практических занятий по отмеченным преподавателям темам.

Дополнительно к изучению конспектов лекции необходимо пользоваться учебником. Кроме «заучивания» материала экзамена, очень важно добиться состояния понимания изучаемых тем дисциплины. С этой целью рекомендуется после изучения очередного параграфа выполнить несколько упражнений на данную тему.

При подготовке к экзамену нужно изучить теорию: определения всех понятий и подходы к оцениванию до состояния понимания материала и самостоятельно решить по нескольким типовым задач из каждой темы. При решении задач всегда необходимо уметь качественно интерпретировать итог решения.

Лекции, лабораторные занятия и промежуточная аттестация являются важными этапами подготовки к зачету, поскольку позволяют студенту оценить уровень собственных знаний и своевременно восполнить имеющиеся пробелы. В этой связи необходимо для подготовки к зачету первоначально прочитать лекционный материал, выполнить практические задания, самостоятельно решить задачи.

Подготовка к экзамену осуществляется студентами самостоятельно.

11. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства и информационных справочных систем (при необходимости).

11.1 Перечень лицензионного программного обеспечения

Microsoft Windows, Office (Сублицензионный договор № 11/044/18 от 23.11.2018 ООО «Технософт», срок действия с 30.11.2018 по 30.11.2020. Лицензия № V5910852.).

Kaspersky Total Security (Сублицензионный договор № 11/044/18 от 23.11.2018 ООО «Технософт», срок действия с 19.11.2018 по 17.12.2019, Лицензия №1В081811190812098801663)

КонсультантПлюс-СК сетевая версия (правовая база) Договор № 370/18 от 09.06.2018 ООО «КонсультантПлюс-СК» срок действия с 01.07.2018 по 30.06.2019 Лицензия № 370/18 от 09.06.2018

АСКОН КОМПАС-3D (Лицензионное соглашение № К-08-1880 ЗАО «АСКОН от 22.11.2007 срок действия с 22.11.2007, бессрочно, Лицензия №К-08-1880».

PTC Mathcad 14.0 Лицензионное соглашение № 400625 от 07.12.2007 Service Contract срок действия с 07.12.2007, бессрочно Лицензия #7A1355536 Axoft.

11.2 Перечень свободно распространяемого программного обеспечения

ПО "RastrWin» – Студенческая лицензия является бесплатной и позволяет пользоваться всеми функциями программы при расчете электрических сетей объемом до 60 узлов.

11.3 Перечень программного обеспечения отечественного производства

При осуществлении образовательного процесса студентами и преподавателем используются следующие информационно справочные системы: СПС «Консультант плюс», СПС «Гарант».

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

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий (ауд. № 206, площадь – 90,0 м ²).	Специализированная мебель на 117 посадочных мест, персональный компьютер – 1 шт., телевизор телевизор LG 65UH LED -1 шт., Звуковая аппаратура – 1 шт., документ-камера портативная Aver Vision – 1 шт., коммутатор Comrex DS – 1 шт., магнитно-маркерная доска 90x180 – 1шт
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий (ауд. № 316, площадь – 58.2 м ²).	Оснащение: Специализированная мебель на 24 посадочных места. Рабочее место преподавателя: стол 1 тумбовый, кресло, ноутбук Acer Aspire 7720G, подключение к сети «Интернет», выход в корпоративную сеть университета. Плазм. панель Panasonic TH-R42PV80, доска аудиторная. Комплект типового лабораторного оборудования "Электроэнергетика" (Модель одно-машинной электрической системы с комплексной нагрузкой) ЭЭ2-Н-С-К – 3 шт, в т.ч. 3 персональных компьютера. Комплект учебно-методической документации. Учебно-наглядные пособия в виде презентаций, информационные плакаты: силовые автоматические выключатели, трансформаторы тока, автоматические выключатели модульные, предохранители ППНИ, дополнительные устройства модульной серии.
3	Учебные аудитории для самостоятельной работы студентов:	
	1. Читальный зал научной библиотеки (площадь 177 м ²)	Специализированная мебель на 100 посадочных мест, персональные компьютеры – 56 шт., телевизор – 1шт., принтер – 1шт., цветной принтер – 1шт., копировальный аппарат – 1шт., сканер – 1шт., Wi-Fi оборудование, подключение к сети «Интернет», доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.
	2. Учебная аудитория № 414 (площадь – 58 м ²)	Оснащение: Специализированная мебель на 16 посадочных мест. Плазм. панель Panasonic TH-R42PV80, Комплект типового лабораторного оборудования "Электрические аппараты" ЭА2-С-Р, Комплект типового лабораторного оборудования "Релейная защита электроэнергетических систем" РЗА2-С-К, Измеритель параметров реле цифровой Ф291 Прибор ВАФ-85 Реле РТ-85 Аппарат испытания диэлектриков АИД-70М Ячейка высоковольтная с принадлежностями. Мегаомметр Е6-24 Доска аудиторная, Стол 1 тумбовый, Огнетушитель ОП-3, Стул РИСС-1, Вешалка.

№ п/п	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
4	Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций (ауд. № 203, площадь – 57,9 м ²).	Оснащение: специализированная мебель на 24 посадочных места. Измерит. Комплект К-505. Коврик диэлектрический. Кресло – 1шт. Огнетушитель оу-2(3). Прибор РНО - 16ш. Стол 1тумбовый. Доска - 1шт. Фазорегулятор - 7шт. Шкаф - сейф 2ШМ. Стенды - 8 шт. Устройство КРЗА-С. Натурные образцы; ячейка КРУ типа К59ХЛ1; наглядный стенд «Выключатели и разъединители»: - выключатель нагрузки ВН-16; - выключатель нагрузки ВМП-10; - разъединитель РВЗ-10; - выключатель нагрузки ВМГ-10; - выключатель вакуумный ВК-10; - разрядник трубчатый велитовый РТВ. изолятор опорный ОФ-20-4250; изолятор штыревой ИШД- 35; привод электромагнитный постоянного тока ПЭ-113; изолятор опорный ОФ-10375-ПУЗ; изолятор опорный ОФ-425-ОУЗ; конденсаторная батарея; разрядник вентильный ОВП-10; трансформатор тока ТПОЛ-10; трансформатор тока измерительный И515М/1 ТПОЛ-10; реле тока: - РТ-40; - РТ-80; - РТМ; - РТ-81/2УХЛ4; - РТЗ-50; РТ-85/2. реле напряжения: РН-50. реле мощности: РБМ-17. реле дифференциальное: РНТ-565. реле повторного включения: РПВ-58; АПВ-2. реле промежуточные: РП-25; РП-252; РП-34 РП-321. - реле времени: РВМ-12; ЭВ-243. реле указательное: РУ-21. реле частоты: РЧ-2. Плакаты: 1. Однолинейная схема КТП 10кВ. 2. Конфигурация сети 35кВ. Конфигурация сети 0,38кВ. Диаграмма отклонения напряжения. Карта селективности. Схема замещения сети. Электрическая схема релейной защиты. Комплект учебно-методической документации.
5	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации (ауд. № 316, площадь – 58,2 м ²).	Специализированная мебель на 24 посадочных места. Рабочее место преподавателя: стол 1 тумбовый, кресло, ноутбук, подключение к сети «Интернет», выход в корпоративную сеть университета. Плазм. панель Panasonic TH-R42PV80, доска аудиторная. Комплект типового лабораторного оборудования "Электроэнергетика" (Модель одно-машинной электрической системы с комплексной нагрузкой) ЭЭ2-Н-С-К – 3 шт, в т.ч. 3 персональных компьютера. Комплект учебно-методической документации. Учебно-наглядные пособия в виде презентаций, информационные плакаты: силовые автоматические выключатели, трансформаторы тока, автоматические выключатели модульные, предохранители ППНИ, дополнительные устройства модульной серии.

13. Особенности реализации дисциплины лиц с ограниченными возможностями здоровья

Обучающимся с ограниченными возможностями здоровья предоставляются специальные учебники и учебные пособия, иная учебная литература, специальные технические средства обучения коллективного и индивидуального пользования, предоставление услуг ассистента (помощника), оказывающего обучающимся необходимую техническую помощь, а также услуги сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

а) для слабовидящих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую

техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- задания для выполнения, а также инструкция о порядке проведения промежуточной аттестации оформляются увеличенным шрифтом;

- задания для выполнения на промежуточной аттестации зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются на бумаге, надиктовываются ассистенту;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- студенту для выполнения задания при необходимости предоставляется увеличивающее устройство;

в) для глухих и слабослышащих:

- на промежуточной аттестации присутствует ассистент, оказывающий студенту необходимую техническую помощь с учетом индивидуальных особенностей (он помогает занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, в том числе записывая под диктовку);

- промежуточная аттестация проводится в письменной форме;

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости поступающим предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

- по желанию студента промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме;

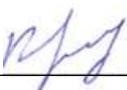
д) для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):

- письменные задания выполняются на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

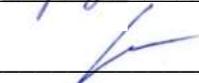
- по желанию студента промежуточная аттестация проводится в устной форме.

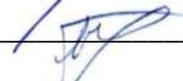
Рабочая программа дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки по 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебного плана по профилю подготовки «Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов».

Автор:


_____ к.т.н. Ярош В.А.

Рецензенты


_____ к.т.н., доцент Антонов С.Н.


_____ к.т.н., доцент Коноплев Е.В.

Рабочая программа дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» рассмотрена на заседании кафедры Электроснабжения и эксплуатации электрооборудования протокол № 10 от «12» мая 2022 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Зав. кафедрой


_____ к.т.н., доцент Шарипов И.К.

Рабочая программа дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии электроэнергетического факультета протокол № 5 от «20» мая 2022 г. и признана соответствующей требованиям ФГОС ВО и учебного плана по направлению подготовки _13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Руководитель ОП


_____ к.т.н., доцент Шарипов И.К.

Аннотация рабочей программы дисциплины
«Электроэнергетические системы и сети»
 по подготовке обучающегося по программе бакалавриата
 по направлению подготовки

13.03.02	Электроэнергетика и электротехника
код	Наименование направления подготовки
	Системы электроснабжения городов, промышленных предприятий, сельского хозяйства, и их объектов
	Профиль
Форма обучения – очная, заочная.	
Общая трудоемкость изучения дисциплины составляет 5 ЗЕТ, 180 час.	
Программой дисциплины предусмотрены следующие виды занятий	<p><u>Очная форма обучения:</u> лекции – 36 ч., в том числе практическая подготовка - 36 ч. лабораторные занятия – 36 ч., в том числе практическая подготовка - 36 ч., самостоятельная работа – 72 ч., контроль – 36 ч.</p> <p><u>Заочная форма обучения:</u> лекции – 8 ч., в том числе практическая подготовка - 8 ч. лабораторные занятия – 8 ч., в том числе практическая подготовка – 8 ч., самостоятельная работа – 155 ч., контроль – 9 ч.</p>
Цель изучения дисциплины	Целью освоения дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» является формирование знаний по электрическим сетям и системам, знакомство с устройством и работой электрических сетей и систем, получение глубоких знаний по физической сущности режимов работы их электрооборудования.
Место дисциплины в структуре ОП ВО	Учебная дисциплина «Электроэнергетические системы и сети» относится к циклу Б1.В.05 и является дисциплиной формируемой участниками образовательного процесса.
Компетенции и индикатор (ы) достижения компетенций, формируемые в результате освоения дисциплины	<p>Профессиональные компетенции (ПК):</p> <p>ПК-2.1 Предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения</p> <p>ПК-2.2 Разработка проектной и рабочей документации отдельных разделов проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства</p> <p>ПК-2.3 Разработка концепции системы электроснабжения объекта ПД</p> <p>ПК-2.4 Разработка проектной и рабочей документации проекта системы электроснабжения объектов ПД</p> <p>ПК-3.1 Мониторинг технического состояния электрооборудования объектов ПД</p>
Знания, умения и навыки, получаемые в процессе изучения дисциплины	<p>Знания:</p> <p>Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПК-2.1);</p> <p>Правила проектирования системы электроснабжения объекта капитального строительства (ПК-2.2);</p> <p>Требования нормативных технических документов к устройству системы электроснабжения объекта капитального строительства (ПК-2.3);</p> <p>Типовые проектные решения системы электроснабжения объектов капитального строительства (ПК-2.4).</p> <p>Правила эксплуатации и организации ремонта электрических се-</p>

	<p>тей (ПК-3.1).</p> <p>Умения:</p> <p>Осуществлять сбор, обработку и анализ справочной и реферативной информации по объекту капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения (ПК-2.1);</p> <p>Выполнять расчеты для разработки комплекта конструкторской документации для отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения объектов капитального строительства (ПК-2.2);</p> <p>Разработать схему электроснабжения с учетом выбранных проектных решений (ПК-2.3);</p> <p>Применять правила разработки проектов системы электроснабжения объектов капитального строительства, процедуры и методики системы менеджмента качества, стандартов организации, правила автоматизированной системы управления организацией для сдачи заказчику проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства (ПК-2.4);</p> <p>Самостоятельно поддерживать и повышать уровень профессиональной квалификации (ПК-3.1).</p> <p>Навыки и/или трудовые действия:</p> <p>Анализ частного технического задания на предпроектное обследование объекта капитального строительства, для которого предназначена система электроснабжения (ПК-2.1);</p> <p>Выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения объекта капитального строительства (ПК-2.2);</p> <p>Разработка вариантов структурных схем системы электроснабжения объекта капитального строительства и выбор оптимальной структурной схемы (ПК-2.3);</p> <p>Выбор оборудования для системы электроснабжения объектов капитального строительства (ПК-2.4);</p> <p>Изучение и анализ информации о работе оборудования подстанций, технических данных, их обобщение и систематизация (ПК-3.1).</p>
<p>Краткая характеристика учебной дисциплины (основные разделы и темы)</p>	<p>Раздел 1 Термины и определения</p> <p>Раздел 2 Характеристики и параметры элементов электроэнергетической системы</p> <p>Раздел 3 Расчет режимов линий электропередачи, разомкнутых и простых замкнутых сетей с применением простейших вычислительных средств</p> <p>Раздел 4. Проектирование электрических сетей</p> <p>Раздел 5. Выбор основных технических решений</p> <p>Раздел 6. Расчет установившихся режимов сложных электрических сетей</p> <p>Раздел 7. Потери электроэнергии в электрических сетях</p>
<p>Форма контроля</p>	<p><u>Очная форма обучения:</u> семестр 5 – зачет, 6 – экзамен, курсовой проект.</p> <p><u>Заочная форма обучения:</u> курс 3 – экзамен, курсовой проект</p>
<p>Автор(ы):</p>	<p>Ярош В.А., к.т.н., доцент кафедры «Электроснабжения и эксплуатации электрооборудования»</p>