

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
**«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ И. Т. ТРУБИЛИНА»**

ФАКУЛЬТЕТ ЭНЕРГЕТИКИ

УТВЕРЖДАЮ
Декан факультета
энергетики
Доцент А.А. Шевченко



25 апреля

2020 г.

Рабочая программа дисциплины
Б1.В.1.19 Проектирование систем электроснабжения

Направление подготовки
13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность
Электроснабжение

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Форма обучения
Очная

**Краснодар
2020**

Рабочая программа дисциплины Б1.В.1.19 «Проектирование систем электро-снабжения» разработана на основе ФГОСВО13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, утвержденного приказом №144 Министерства образования и науки РФ от 28.02.2018 г.

Автор:

Д.т.н., профессор


В.Г. Сазыкин

Рабочая программа обсуждена и рекомендована к утверждению решением кафедры применения электрической энергии от 16.03.2020 г., протокол № 25.

Заведующий кафедрой ПЭЭ

К.т.н., доцент


А.Г. Кудряков

Рабочая программа одобрена на заседании методической комиссии факультета энергетики, протокол от 24.04.2020г. № 9.

Председатель

методической комиссии:

Д.т.н., профессор


И.Г. Стрижков

Руководитель

Основной профессиональной образовательной программы,

К.т.н., доцент


А.Г. Кудряков

1 Цель и задачи освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины Б1.В.1.19 «Проектирование систем электроснабжения» является формирование трудовых функций по технологическому проектированию систем электроснабжения, включая объекты электросетевого хозяйства, к которым относятся линии электропередачи, трансформаторные и иные подстанции, распределительные пункты и иное предназначенное для обеспечения электрических связей и осуществления передачи электрической энергии оборудование.

Задачами дисциплины является освоение следующих трудовых функций: оформления технической документации на различных стадиях разработки проекта системы электроснабжения; разработки отдельных разделов проекта на различных стадиях проектирования системы электроснабжения; разработки проекта системы электроснабжения объектов капитального строительства.

2 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения ОПОП ВО

В результате изучения дисциплины Б1.В.1.19 «Проектирование систем электроснабжения» обучающийся получает знания, умения и навыки для успешного освоения следующих трудовых функций и выполнения трудовых действий согласно профессиональному стандарту 16.047 «*Специалист в области проектирования систем электроснабжения объектов капитального строительства*», утвержденному 04.06.2018 № 352Н.

Трудовая функция:

- 3.1.4. Разработка проектной документации для простых объектов электросетевого хозяйства в проектах электроснабжения;
- 3.2.2. Разработка проектной документации отдельных разделов проектов электроснабжения;
- 3.3.2. Разработка проектной документации проекта системы электроснабжения.

Трудовые действия:

- 3.1.4. Анализ частного технического задания на разработку простых объектов электросетевого хозяйства в системе электроснабжения. Сбор информации о существующих технических решениях по простым объектам электросетевого хозяйства системы электроснабжения, аналогичных подлежащим разработке. Разработка проектной документации простых объектов электросетевого хозяйства.
- 3.2.2. Анализ частного технического задания на проектирование отдельных разделов на различных стадиях проекта системы электроснабжения. Сбор информации по существующим техническим решениям систем электроснабжения. Выбор оптимальных технических решений для разработки отдельных разделов. Выбор оборудования для отдельных разделов проекта. Разработка документации для отдельных разделов проекта системы

электроснабжения.

- 3.3.2. Разработка вариантов структурных схем системы электроснабжения и выбор оптимальной структурной схемы. Выбор оборудования для системы электроснабжения объектов капитального строительства. Объединение отдельных частей проекта системы электроснабжения в единый комплект проектной документации. Использование требований нормативных технических документов к составу и содержанию разделов проекта системы электроснабжения.

В результате освоения дисциплины формируется компетенция ПКС-1. Способен участвовать в проектировании электрооборудования объектов электросетевого хозяйства.

3 Место дисциплины в структуре ОПОП ВО

Дисциплина Б1.В.1.19 «Проектирование систем электроснабжения» является дисциплиной, формируемой участниками образовательных отношений ОПОП ВО подготовки обучающихся по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», направленность «Электроснабжение».

4 Объем дисциплины (180 часов, 5 зачетных единиц)

Виды учебной работы	Объем, часов	
	Очная	Заочная
Контактная работа в том числе: – аудиторная по видам учебных занятий	68	
– лекции	24	
– практические	44	
– лабораторные	–	
– внеаудиторная	–	
– зачет	–	
– экзамен	3	
– защита курсовых проектов	3	
Самостоятельная работа в том числе:	79	
– курсовой проект	27	
– прочие виды самостоятельной работы	79	
Итого по дисциплине	180	

5 Содержание дисциплины

По итогам изучаемой дисциплины обучающиеся сдают экзамен, выполняют курсовой проект.

Дисциплина изучается на 4 курсе, в 8 семестре.

Содержание и структура дисциплины по очной форме обучения

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоем- кость (в часах)			
				Лекции	ПЗ	ЛЗ	СР
1	Системы электроснабжения. Блоч- но-иерархический подход. Уровни СЭС. Принцип декомпозиции. Обеспечение надежности электроснабжения. Общие положения проектирования СЭС. Техно- логические основы проектирования СЭС. Требования, предъявляемые к проектам СЭС. Автоматизация проектных работ.	ПКС-1	8	2	2	-	4
2	Особенности проектирования СЭС. Поряд- док проектирования системы электро- снабжения. Расчетные условия проекти- рования электроустановок. Особенности инженерных расчетов в электроснабже- нии. Нисходящее и восходящее проекти- рование. Объект проектирования. Харак- теристика объекта электроснабжения. По- казатели графиков электрических нагруз- зок. Расчет электрических нагрузок по- требителей. Картограммы нагрузок.	ПКС-1	8	2	2	-	5
3	Расчет электрических нагрузок. Режимы работы электроприемников. Особенности расчета электрических нагрузок в сетях напряжением до 1 кВ. Особенности рас- чета электрических нагрузок в сетях напряжением выше 1 кВ. Методы коэф- фициента расчетной активной мощности и коэффициента спроса.	ПКС-1	8	2	4	-	7
4	Компенсация реактивной мощности в СЭС. Определение оптимального числа силовых трансформаторов и мощности устанавливаемых компенсирующих устройств. Компенсация реактивной мощности в сетях напряжением до и вы- ше 1 кВ. Окончательный расчет электри- ческих нагрузок в СЭС.	ПКС-1	8	2	4	-	7
5	Проектирование внутреннего электро- снабжения. Особенности обеспечения	ПКС-1	8	2	4	-	7

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоем- кость (в часах)			
				Лекции	ПЗ	ЛЗ	СР
	надежности электроснабжения электроприемников первой, второй и третьей категории. Одно – и двухтрансформаторные подстанции. Магистральные и радиальные схемы электроснабжения.						
6	Выбор источников питания в системах электроснабжения. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов районной или главной понизительной подстанции. Выбор места расположения источников питания. Выбор и обоснования напряжения питающих и распределительных сетей СЭС.	ПКС-1	8	2	4	-	7
7	Проектирование внешнего электроснабжения. Схемы районных и главных понизительных подстанций. Критерии выбора мощности силовых трансформаторов.	ПКС-1	8	2	4	-	7
8	Потери электрической энергии в СЭС. Естественные и искусственные мероприятия снижения потерь. Технические средства компенсации реактивной мощности в схемах электроснабжения.	ПКС-1	8	2	4	-	7
9	Выбор рациональных сечений, проводов и жил кабелей. Основные требования и условия выбора. Выбор рациональных сечений проводов воздушных линий. Особенности выбора рациональных сечений жил кабельных линий.	ПКС-1	8	2	4	-	7
10	Выбор основного и коммутационного электрооборудования СЭС. Коммутационное электрооборудование подстанций напряжением 35–110/6–10 кВ. Элегазовые и вакуумные выключатели. Разъединители. Комплектные распределительные устройства. Устройства для компенсации реактивной мощности.	ПКС-1	8	2	4	-	7
11	Проверка выбранного электрооборудования (ЭО). Проверка электрооборудования при КЗ на: термическую и электродинамическую стойкость; высоковольтных выключателей на коммутационную способность.	ПКС-1	8	2	4	-	7
12	Обеспечение качества электроэнергии в СЭС. Электромагнитная совместимость в СЭС. Качество, надежность и эффектив-	ПКС-1	8	2	4	-	7

№ п/п	Тема. Основные вопросы	Формируемые компетенции	Семестр	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоем- кость (в часах)			
				Лекции	ПЗ	ЛЗ	СР
	ность электроснабжения. ГОСТ 32144-2013. Номенклатура и требования к показателям качества электроэнергии (ПКЭ). Нормы ПКЭ. Вычисление ПКЭ. Влияние ПКЭ на надежность и эффективность электроснабжения.						
	Самостоятельная работа	ПКС-2	8				79
	Курсовой проект	ПКС-2	8				27
				24	44		

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

6.1 Методические указания (собственные разработки)

1. Сазыкин В.Г. Проектирование систем электроснабжения. Кн. 1. Организация проектирования: учебн. пособие / В.Г. Сазыкин. Краснодар. КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2019. 248 с.

<https://kubsau.ru/upload/iblock/84c/84c8010ba8c83230f05ab1b959519b15.pdf>

2. Сазыкин В.Г. Проектирование систем электроснабжения. Кн. 2. Проектирование электрических нагрузок: учебн. пособие / В.Г. Сазыкин. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2019. 102 с.

<https://kubsau.ru/upload/iblock/9b2/9b29a82240df4d6696a609a54cd400ad.pdf>

3. Сазыкин В.Г. Проектирование систем электроснабжения. Книга 3. Курсовое проектирование: учеб. пособие / В.Г. Сазыкин, А.Г. Кудряков. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2019. 126 с.

<https://kubsau.ru/upload/iblock/b25/b25a46bece7e9d0fe4443a0b9b79ba74.pdf>

4. Сазыкин В. Г. Проектирование систем электроснабжения АПК. Кн. 4. Принципы и технология: учебное пособие. КубГАУ им. И.Т. Трубилина. – Краснодар, 2019. – 199 с.

<https://kubsau.ru/upload/iblock/aef/aefe9ee774473219b1d7653eaae73599.pdf>

6.2 Учебная литература для самостоятельной работы

1. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. 2-е изд., перераб. и доп. М. : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. 415 с. (Высшее образование: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/982211>

2. Электроснабжение и повышение энергетической эффективности в электрических сетях / Лыкин А.В. Новосиб.: НГТУ, 2013. 115 с.: Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/546322>

3. Электроснабжение промышленных предприятий и городов : учеб. пособие / Г.Н. Ополева. М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. 416 с. (Высшее образование: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/953158>

4. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов: Учебное пособие / Сибикин Ю.Д. М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. 384 с.: (Высшее образование: Бакалавриат) Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/486376>

5. Справочник инженера по наладке, совершенствованию технологии и эксплуатации электрических станций и сетей. Централизованное и автономное электроснабжение объектов, цехов, промыслов, предприятий и промышленных комплексов: учебное пособие / под ред. А.Н. Назарычева. Вологда: Инфра-Инженерия, 2016. 928 с. Текст: электронный // Электронно-библиотечная система «Лань»: URL: <https://e.lanbook.com/book/95768> Режим доступа: для авториз. пользователей.

7 Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации

7.1 Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения ОПОП ВО

Номер семестра	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
Шифр и наименование компетенции ПКС-1 - Способен участвовать в проектировании электрооборудования объектов электросетевого хозяйства;	
4	Современные технологии монтажа в электроэнергетике
4	Монтаж средств автоматизации
5	Основное и вспомогательное оборудование нетрадиционной и возобновляемой энергетики
5	Теоретические основы нетрадиционной и возобновляемой энергетики
5	Организационно-распорядительные документы в электроэнергетике
5, 6	Электрические станции и подстанции
5, 6	Переходные процессы в электроэнергетических системах
6	Эксплуатация систем электроснабжения
6	Энерготехнологическое использование нетрадиционной и возобновляемой энергетики

Номер семестра	Этапы формирования и проверки уровня сформированности компетенций по дисциплинам, практикам в процессе освоения ОПОП ВО
6, 7	Электроснабжение
7	Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем
7	Системы контроля и учета электрической энергии
7	Организация работ под наведенным напряжением
7, 8	Электрические сети
8	Производственная практика
8	Преддипломная практика
8	Выполнение и защита выпускной квалификационной работы

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

Планируемые результаты освоения компетенции. Индикаторы достижения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно минимальный	удовлетворительно (пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
ПКС-1. Способен участвовать в проектировании электрооборудования объектов электро- сетевого хозяйства					
ПКС-1.1 Выполняет сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Не выполнен сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Фрагментарно выполнен сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Частично выполнен сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	В полном объеме выполнен сбор и анализ данных для проектирования, составляет конкурентоспособные варианты технических решений	Тестирование, КП, экзамен
ПКС-1.2 Обосновывает выбор целесообразного проектного решения	Не обосновывает выбор целесообразного проектного решения	Фрагментарно обосновывает выбор целесообразного проектного решения	Частично обосновывает выбор целесообразного проектного решения	В полном объеме обосновывает выбор целесообразного проектного решения	
ПКС-1.3 Подготавливает разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	Не подготовлены разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	Фрагментарно подготовлены разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	Частично подготовлены разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	В полном объеме подготовлены разделы предпроектной документации на основе типовых технических решений	Тестирование, КП, экзамен
ПКС-1.4	Не понимает	Фрагментарно	Частично по-	В полном объ-	

Планируемые результаты освоения компетенции. Индикаторы достижения компетенции	Уровень освоения				Оценочное средство
	неудовлетворительно минимальный	удовлетворительно (пороговый)	хорошо (средний)	отлично (высокий)	
Демонстрирует понимание задач проектирования объектов электросетевого хозяйства	задачи проектирования объектов электросетевого хозяйства	понимает задачи проектирования объектов электросетевого хозяйства	нимаает задачи проектирования объектов электросетевого хозяйства	еме понимает задачи проектирования объектов электросетевого хозяйства	КП, экзамен

7.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения ОПОП ВО

Виды оценочных средств из таблицы 7.2 соответствуют Пл КубГАУ 2.2.4 «Фонд оценочных средств».

Компьютерное тестирование

Блок 1. Основные требования к системам электроснабжения. Электрические нагрузки

1 Характеристики повторно-кратковременный режим работы электроприемника.

2 Определение постоянной времени нагрева проводника Т электрическим током.

3 Коэффициент включения электроприемника при расчете электрической нагрузки предприятия.

...

16 (ПУЭ, 1 Глава) Нормируемые температуры окружающей среды в длительном режиме принимаются при выборе проводов, кабелей и шин, проложенных в воздухе и в земле.

Блок 2. Компенсация реактивной мощности

1 Цель производимой компенсация реактивной мощности в электроустановках.

2 Мероприятия, позволяющие уменьшать реактивную мощность асинхронных двигателей.

3 Рекомендации для уменьшения потерь реактивной мощности в трансформаторах.

...

19 Слагаемые потерь реактивной мощности Q в трансформаторах.

Блок 3. Проектирование внутреннего (цехового) электроснабжения

1 (ПУЭ, 1 Глава) Требование к обеспечению электроэнергией электроприемники первой категории.

2 Случаи, допускающие питание электроприемников второй категории от одного трансформатора.

3 Случаи применения коммутационных аппаратов (разъединитель или выключатель нагрузки в сочетании с предохранителем) перед цеховым трансформатором.

...

29 (ПУЭ, 1 Глава) Значение экономической плотности тока, принимаемое при выборе сечения проводников и кабелей из алюминия для электроприемников выше 1000 В.

Блок 4. Проектирование внешнего электроснабжения ПС и ГПП

1 Определение координаты X центра электрических нагрузок (ЦЭН) предприятия на основании построенных картограмм электрических нагрузок цехов.

2 Определение номинальной мощности трансформатора $S_{ном.т}$ при расчетной мощности $S_{расч}$ и установке на ПС и ГПП предприятия для двух трансформаторов.

3 Схемы главных понизительных подстанций (ГПП), применяемые на промышленных предприятиях.

...

15 На первичном напряжении ПС и ГПП могут применяться схемы с короткозамыкателями и отделителями. Количество однотрансформаторных подстанций может присоединяться к транзитным линиям 35–220 кВ.

Блок 5. Качество электроэнергии в СЭС

1 Влияние снижения качества электроэнергии на электрооборудование схем электроснабжения.

2 (ГОСТ 32144-2013) При определении качества электроэнергии по установившемуся отклонению напряжения в точке общего присоединения к электрической сети его считают соответствующим требованиям ГОСТ 32144-2013, если все измеренные за каждую минуту в течение 24 ч значения находятся в интервале, ограниченном предельно допустимыми значениями.

3 (ГОСТ 32144-2013) Оценка колебания напряжения в электрических системах в соответствии с ГОСТ 32144-2013.

...

25 (ГОСТ 32144-2013, п. 5.6) Нормально допустимые и предельно допустимые значения отклонения частоты (согласно ГОСТ 32144-2013).

Темы курсового проекта

Курсовой проект выполняется по теме «Проектирование системы электроснабжения» по индивидуальным исходным данным.

Перечень основных вопросов курсового проекта

В соответствии с исходными данными в курсовом проекте необходимо выполнить проектное задание и решить следующие основные проектные вопросы:

1) проектирование части районной подстанции (ПС) напряжением 35–110/6–10 кВ:

- определение расчётной нагрузки районной подстанции;
- компенсацию реактивной мощности на шинах низшего напряжения ПС. По предписанию энергосистемы задается нормируемое значение коэффициента реактивной мощности $\operatorname{tg} \varphi_{\text{норм}} = 0,4$, который необходимо поддерживать на шинах ПС;

2) выбор рациональных сечений проводов питающих воздушных линий (ВЛ) напряжением 35–110 кВ;

3) выбор рациональных сечений проводов отходящих радиальных воздушных линий (ВЛ) напряжением 6–10 кВ;

4) выбор рациональных сечений жил отходящих радиальных кабельных линий (КЛ) напряжением 6–10 кВ;

5) определение токов короткого замыкания (КЗ) в расчетных точках:

- составление схемы замещения и её упрощение;
- определение сопротивлений элементов схемы замещения;
- расчёт токов трёхфазного короткого замыкания;
- расчёт токов двухфазного короткого замыкания;
- определение мощности КЗ в каждой расчётной точке;
- проверку кабельной линии на термическую стойкость при коротком замыкании;

6) выбор и проверку основного коммутационного электрооборудования системы электроснабжения:

- выбор выключателей на напряжение 35–110 кВ;
- выбор разъединителей на напряжение 35–110 кВ;
- выбор выключателей на напряжение 6–10 кВ;
- проверку выбранных электрических аппаратов на термическую и электродинамическую стойкость, а также отключающую способность при КЗ;

7) выбор релейной защиты отходящих к объектам электроснабжения ВЛ и КЛ напряжением 6–10 кВ.

Графическая (иллюстративная) часть выполняется на трех листах на бумаге формата А3 (297×420 мм), которые подшиваются в конце пояснительной записки.

Исходные данные для проектируемой системы электроснабжения

Вариант	$S_{KЗ}$, МВ·А	P_p , МВт	Q_p , Мвар	$U1/U2$, кВ	$W1/W2$, км	$2 \times (S_{ТП1} / S_{ТП2})$, кВ·А
1	2050	4,1	3,2	110/6	82/7,2	400/630
2	2580	6,5	5,4	110/10	75/8,2	400/400
3	3070	10,4	8,1	110/10	71/9,0	400/250
4	4010	16,2	12,6	110/6	68/7,4	630/400
5	4160	23,8	21,6	110/6	66/7,6	400/250
6	4290	24,5	21,0	110/10	55/6,8	630/630
7	4110	23,7	19,6	110/10	50/8,8	400/400

8	1060	8,7	6,1	35/10	28/8,4	1000/630
9	1010	5,15	4,6	35/6	25/7,8	1000/250
10	2130	6,6	5,0	110/6	80/6,6	1000/1000
11	2890	10,5	7,6	110/10	73/7,4	250/400
12	3750	16,1	12,9	110/10	70/8,2	250/630
13	4130	27,8	19,4	110/6	69/7,8	250/1000
14	4270	25,4	19,1	110/6	56/7,4	250/250
15	4160	24,9	20,0	110/10	54/6,8	400/630
16	980	4,2	2,9	35/6	27/6,4	400/400
17	950	4,1	3,1	35/10	26/8,0	400/250
18	1060	6,5	4,7	35/10	22/7,6	400/1000
19	2190	10,4	7,8	110/6	79/6,8	630/400
20	3740	16,4	13,2	110/6	78/7,0	630/250
21	4260	25,1	19,6	110/6	72/8,2	630/630
22	3740	16,5	11,9	110/10	67/8,8	630/1000
23	1130	5,85	4,4	35/10	24/7,8	1000/400
24	1230	14,45	11,6	35/6	23/6,6	1000/630
25	860	6,5	4,7	35/6	20/6,8	1000/250
26	2370	9,8	7,1	110/10	77/8,4	1000/400
27	3340	16,6	12,5	110/10	74/7,6	250/400
28	3260	15,9	11,5	110/10	65/8,2	250/630
29	990	5,4	4,6	35/10	61/7,4	250/1000
30	1110	5,7	4,3	35/6	29/6,4	250/250
31	830	3,9	3,0	35/10	34/7,8	250/400
32	1990	6,4	5,3	110/6	85/7,2	400/630
33	2980	10,3	8,0	110/10	79/9,8	630/250
34	3460	15,9	12,3	110/10	88/7,8	630/630
35	4180	24,1	21,9	110/6	86/6,6	1000/250
36	3980	23,5	20,1	110/6	95/6,0	630/1000
37	4030	22,7	18,8	110/6	80/7,8	400/639
38	1120	9,4	8,2	35/6	34/7,4	400/630
39	1050	6,2	4,5	35/10	28/8,8	630/250
40	2410	6,4	4,8	110/10	87/8,6	400/250
41	2740	9,7	7,0	110/6	79/6,2	630/400
42	3260	15,8	12,7	110/6	84/7,2	400/630
43	4070	26,8	18,7	110/10	96/8,8	630/400
44	3890	24,7	18,5	110/10	76/8,4	630/1000
45	3750	23,2	18,6	110/6	74/6,2	400/250
46	770	5,8	4,4	35/10	29/8,4	250/400
47	710	4,2	3,4	35/6	31/7,8	250/250
48	920	6,1	4,6	35/6	28/6,6	400/250
49	2470	10,1	8,1	110/10	85/7,8	250/400
50	3260	15,5	12,8	110/10	81/8,6	400/250
51	3940	25,3	20,3	110/10	92/8,8	1000/250
52	3030	14,6	11,0	110/6	87/6,4	630/400
53	850	5,7	4,9	35/6	34/6,8	250/400

54	1180	13,8	12,2	35/10	33/8,6	250/250
55	970	6,2	4,7	35/10	32/7,8	400/250
56	2640	9,7	7,3	110/6	88/6,4	250/630
57	2830	14,7	11,8	110/6	93/6,6	400/400
58	3180	15,9	11,5	110/6	82/7,2	630/630
59	940	5,5	4,6	35/6	41/6,4	250/400
60	1180	15,1	11,3	35/10	39/7,4	400/250

Линии электропередачи W2 (ВЛ и КЛ) разделены на два равных участка L1.1, L1.2 и L2.1, L2.2. В конце каждого из участков подключены по две ТП соответственно $2 \times S_{ТП1}$ и $2 \times S_{ТП2}$. Отсутствующая в задании информация определяется самостоятельно по справочной литературе.

7.4 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков характеризующих этапы формирования компетенций

Методические материалы по процедуре оценивания выполнены в соответствии с локальным нормативным акт университета Пл КубГАУ 2.5.1 «Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация обучающихся».

Описания процедуры оценивания:

Тестовые задания

Оценка «**отлично**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 85 % тестовых заданий.

Оценка «**хорошо**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 70 % тестовых заданий.

Оценка «**удовлетворительно**» выставляется при условии правильного ответа студента не менее чем на 51 %.

Оценка «**неудовлетворительно**» выставляется при условии правильного ответа студента менее чем на 50 % тестовых заданий.

Оценка качества выполнения курсового проекта

№ п/п	Показатель	Оценка соответствия заданию (по 5-и балльной шкале)
1.	Актуальность тематики курсового проекта	
2.	Степень полноты обзора состояния проблемы и корректность постановки цели и задач курсового проекта	
3.	Уровень и корректность использования в работе различных расчетных методов	
4.	Степень комплексности работы, применения в ней знаний общепрофессиональных и специальных дисциплин	
5.	Ясность, четкость, последовательность и обоснованность изложения	

6.	Применение современных технологий обработки информации	
7.	Качество оформления курсового проекта (общий уровень грамотности, стиль изложения, качество иллюстраций, соответствие требованиям по оформлению)	
8.	Ответы на вопросы при защите	
9.	Итоговая оценка	

Критерии оценки на экзамене

Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, который обладает всесторонними, систематизированными и глубокими знаниями материала учебной программы, умеет свободно выполнять задания, предусмотренные учебной программой, усвоил основную и ознакомился с дополнительной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «отлично» выставляется обучающемуся усвоившему взаимосвязь основных положений и понятий дисциплины в их значении для приобретаемой специальности, проявившему творческие способности в понимании, изложении и использовании учебного материала, правильно обосновывающему принятые решения, владеющему разносторонними навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, обнаружившему полное знание материала учебной программы, успешно выполняющему предусмотренные учебной программой задания, усвоившему материал основной литературы, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, показавшему систематизированный характер знаний по дисциплине, способному к самостоятельному пополнению знаний в ходе дальнейшей учебной и профессиональной деятельности, правильно применяющему теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеющему необходимыми навыками и приемами выполнения практических работ.

Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, который показал знание основного материала учебной программы в объеме, достаточном и необходимым для дальнейшей учебы и предстоящей работы по специальности, справился с выполнением заданий, предусмотренных учебной программой, знаком с основной литературой, рекомендованной учебной программой. Как правило, оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, допустившему погрешности в ответах на экзамене или выполнении экзаменационных заданий, но обладающему необходимыми знаниями под руководством преподавателя для устранения этих погрешностей, нарушающему последовательность в изложении учебного материала и испытывающему затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, не знающему основной части материала учебной программы, допускающему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных учебной программой заданий, неуверенно с большими затруднениями выполняющему практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» выставляется

обучающемуся, который не может продолжить обучение или приступить к деятельности по специальности по окончании университета без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

8 Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. Электроснабжение и электрооборудование зданий и сооружений: учебник / Т.В. Анчарова, М.А. Рашевская, Е.Д. Стебунова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: ФОРУМ : ИНФРА-М, 2019. 415 с. (Высшее образование: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/982211>
2. Электроснабжение промышленных предприятий и городов: учеб. пособие / Г.Н. Ополева. М.: ИД «ФОРУМ»: ИНФРА-М, 2018. 416 с. (Высшее образование: Бакалавриат). Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/953158>
3. Правила устройства электроустановок. Дата актуализации: 01.01.2019 [Электронный ресурс]: Режим доступа: <https://meganorm.ru/Data2/1/4294853/4294853915.pdf>
4. СТО 34.01-21.1-001-2017 «Распределительные электрические сети напряжением 0,4–110 кВ. Требования к технологическому проектированию» ПАО «Россети» [Электронный ресурс]: https://www.rosseti.ru/investment/standart/corp_standart/doc/СТО_34.01-21.1-001-2017_RSP_04-110kB.pdf
5. Профессиональный стандарт 16.047. Специалист в области проектирования систем электроснабжения объектов капитального строительства [Электронный ресурс]: http://fgosvo.ru/uploadfiles/profstandart/16.047_1.pdf

Дополнительная учебная литература

1. Сазыкин В.Г. Проектирование систем электроснабжения. Кн. 1. Организация проектирования: учебн. пособие / В.Г. Сазыкин. Краснодар. КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2019. 248 с. <https://kubsau.ru/upload/iblock/84c/84c8010ba8c83230f05ab1b959519b15.pdf>
2. Сазыкин В.Г. Проектирование систем электроснабжения. Кн. 2. Проектирование электрических нагрузок: учебн. пособие / В.Г. Сазыкин. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2019. 102 с. <https://kubsau.ru/upload/iblock/9b2/9b29a82240df4d6696a609a54cd400ad.pdf>
3. Сазыкин В.Г. Проектирование систем электроснабжения. Книга 3. Курсовое проектирование: учеб. пособие / В.Г. Сазыкин, А.Г. Кудряков. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2019. 126 с. <https://kubsau.ru/upload/iblock/b25/b25a46bece7e9d0fe4443a0b9b79ba74.pdf>
4. Сазыкин В. Г. Проектирование систем электроснабжения АПК. Кн. 4. Принципы и технология: учебное пособие. КубГАУ им. И.Т. Трубилина. – Краснодар, 2019. – 199 с. <https://kubsau.ru/upload/iblock/aef/aefe9ee774473219b1d7653eaae73599.pdf>

5. Пособие к курсовому и дипломному проектированию электроснабжения промышленных, сельскохозяйственных и городских объектов: Учебное пособие / Сибикин Ю.Д. М.: Форум, НИЦ ИНФРА-М, 2015. 384 с.: (Высшее образование: Бакалавриат) Режим доступа: <http://znanium.com/catalog/product/486376>

9 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Перечень ЭБС

№	Наименование	Тематика
1	Znaniy.com	Универсальная
2	Издательство «Лань»	Электроэнергетика
3	IPRbook	Универсальная
4	Руконт	Универсальная
5	Консультант Плюс	Правовая система
6	Научная электронная библиотека eLibrary (РИНЦ)	Универсальная
7	Образовательный портал КубГАУ	Универсальная
8	Электронный Каталог библиотеки КубГАУ	Универсальная
9	Юрайт	Учебная литература

Перечень Интернет сайтов:

1. Образовательный портал КубГАУ [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://edu.kubsau.local>.
2. Образовательный портал [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org>.
3. Программные продукты – онлайн-расчеты систем электроснабжения: <http://www.online-electric.ru/>.

10 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

1. Сазыкин В.Г. Проектирование систем электроснабжения. Кн. 1. Организация проектирования: учебн. пособие / В.Г. Сазыкин. Краснодар. КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2019. 248 с.
<https://kubsau.ru/upload/iblock/84c/84c8010ba8c83230f05ab1b959519b15.pdf>
2. Сазыкин В.Г. Проектирование систем электроснабжения. Кн. 2. Проектирование электрических нагрузок: учебн. пособие / В.Г. Сазыкин. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2019. 102 с.
<https://kubsau.ru/upload/iblock/9b2/9b29a82240df4d6696a609a54cd400ad.pdf>
3. Сазыкин В.Г. Проектирование систем электроснабжения. Книга 3. Курсовое проектирование: учеб. пособие / В.Г. Сазыкин, А.Г. Кудряков. Краснодар: КубГАУ им. И.Т. Трубилина, 2019. 126 с.

<https://kubsau.ru/upload/iblock/b25/b25a46bece7e9d0fe4443a0b9b79ba74.pdf>

4. Сазыкин В. Г. Проектирование систем электроснабжения АПК. Кн. 4. Принципы и технология: учебное пособие. КубГАУ им. И.Т. Трубилина. – Краснодар, 2019. – 199 с.

<https://kubsau.ru/upload/iblock/aef/aefe9ee774473219b1d7653eaae73599.pdf>

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

Перечень лицензионного ПО

№	Наименование	Краткое описание
	Microsoft Windows	Операционная система
	Система тестирования ИНДИГО	Корпоративный ключ
	AutoCAD	сетевая лицензия до версии 2012, Корпоративный ключ
	MS Office Standart 2010	Корпоративный ключ № 5/2012 от 12.03.2012,
	MS Office Standart 2013	Корпоративный ключ №17к-201403 от 25 марта 2014г.
	Microsoft Visual Studio 2008-2015	по программе Microsoft Imagine Premium , Персональный ключ, б/н от 22.06.17.
	MS Project Professional 2016	по программе Microsoft Imagine Premium, Персональный ключ, б/н от 22.06.17.
	MS Visio 2007-2016	по программе Microsoft Imagine Premium, Персональный ключ, б/н от 22.06.17
	MS Access 2010-2016	по программе Microsoft Imagine Premium, Персональный ключ, б/н от 22.06.17.
	MS Windows XP, 7 pro	Корпоративный ключ №187 от 24.08.2011
	Dr. Web	Серийный номер, б/н от 28.06.17
	Photoshop CS6	Персональный ключ №954 от 18.01.2013
	ABBYY FineReader 14	Сетевая лицензия, 208 от 27.07.17.
	eAuthor CBT 3.3	ГМЛ-Л-15/01-699 от 16.01.15

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем

№	Наименование	Тематика
1	Справочная система http://micom.by/p/Catalogi	Устройства релейной защиты и автоматики
2	Программные продукты http://www.online-electric.ru/	Онлайн расчеты электрооборудования
3	Базы данных по электроэнергетике http://www.online-electric.ru/dbase.php .	Электрические сети и электрооборудование

12 Материально-техническое обеспечение для обучения по дисциплине

№ п/ п	Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе, помещений для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательных программ в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
1	Помещение № 205 ЭЛ, посадочных мест – 28; площадь – 87,3м²; Компьютерные столы 14 шт, Принтер HP LaserJet 1010 (1 шт.), Сканер Epson Perfection 4490 (1 шт.), Персональный компьютер (1 шт.), Принтер HP LaserJet P2055DN (1 шт.), Ноутбук (1 шт.), Телевизор SONY 46" KDL-46 (1 шт.). помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования. технические средства обучения (принтер – 1 шт.; экран – 1 шт.; сетевое оборудование – 1 шт.; компьютер персональный – 14 шт.); доступ к сети «Интернет»; доступ в электронную информационно-образовательную среду университета; программное обеспечение: Windows, Office, система тестирования INDIGO,	г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса факультета энергетики
2	Помещение № 209 ЭЛ, посадочных мест – 28; площадь – 85,8м²; учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. сплит-система – 1 шт.; технические средства обучения (принтер – 1 шт.; телевизор – 1 шт.); специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель);	г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса факультета энергетики
3	Помещение № 4 ЭЛ, посадочных мест – 100; площадь – 129,5м²; учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, занятий семинарского типа, курсового проектирования (выполнения курсовых работ), групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации: специализированная мебель(учебная доска, учебная мебель); технические средства обучения, наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий (ноутбук, проектор, экран); программное обеспечение: Windows, Office; специализированная мебель (учебная доска, учебная мебель);	г. Краснодар, ул. Калинина д. 13, здание учебного корпуса факультета энергетики