



КГУ

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Директор

Института электроэнергетики и  
электроники

Р.В.Ахметова

« 30 » мая 2023 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ДЭ.02.-8.03 Проектирование подстанций

---

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

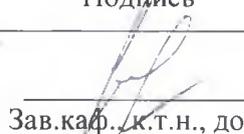
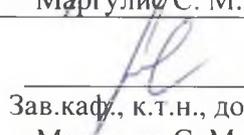
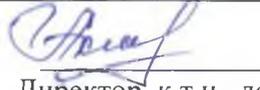
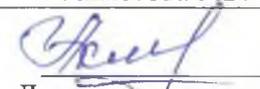
Направленность(профиль) Электрические станции и подстанции

Квалификация Бакалавр

г. Казань, 2023

Программу разработали:

Наименование кафедры	Должность, уч.степень, уч.звание	ФИО разработчика
Электрические станции им. В.К. Шибанова	д.т.н., доцент	Вагапов Г.В.

Согласование	Наименование подразделения	Дата	№ протокола	Подпись
Одобрена	ЭС им. В.К. Шибанова	19.05.2023	№6/23	 Зав.каф., к.т.н., доц. Маргулис С. М.
Согласована	ЭС им. В.К. Шибанова ЭС	19.05.2023	№6/23	 Зав.каф., к.т.н., доц. Маргулис С. М.
Согласована	Учебно-методический совет ИЭЭ	30.05.2023	№8	 Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.
Одобрена	Ученый совет ИЭЭ	30.05.2023	№9	 Директор, к.т.н., доц. Ахметова Р.В.

## Рецензия на рабочую программу и оценочные материалы по дисциплине «Б1.В.ДЭ.02.08.03 Проектирование подстанций»

Содержание РПД и ОМ соответствует требованиям федерального государственного стандарта высшего образования по направлению подготовки 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника» и учебному плану.

РПД и ОМ соответствуют требованиям, предъявляемым к структуре, содержанию РПД и ОМ по дисциплине, а именно:

1. Перечень формируемых компетенций, которыми должен овладеть обучающийся в результате освоения дисциплины, соответствует ФГОС ВО и профстандарту, будущей профессиональной деятельности выпускника.

2. Структура и содержание дисциплины соответствует учебному плану.

3. РПД содержит информацию об учебно-методическом, информационном и материально-техническом обеспечении дисциплины; об особенностях организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов и методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.

4. Показатели и критерии оценивания компетенций в ОМ, а также шкалы оценивания обеспечивают возможность проведения всесторонней оценки результаты обучения, уровней сформированности компетенций.

5. Контрольные задания и иные материалы оценки результатов освоения разработаны на основе принципов оценивания: валидности, определённости, однозначности, надёжности, а также соответствуют требованиям к составу и взаимосвязи оценочных средств, полноте по количественному составу оценочных средств и позволяют объективно оценить результаты обучения, уровни сформированности компетенций.

6. Направленность РПД и ОМ по дисциплине соответствует целям ОП по направлению 13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника», профстандартам.

**Заключение.** На основании проведенной экспертизы можно сделать заключение, что РПД и ОМ по дисциплине соответствует требованиям ФГОС ВО, профессионального стандарта, современным требованиям рынка труда и рекомендуются для использования в учебном процессе.

Рецензент

Главный инженер филиала

АО «Татэнерго» Казанская ТЭЦ -2

Гирфанов А.А.

(Фамилия И.О., место работы, должность, ученая степень)

Дата 19.05.2023



## 1. Цель, задачи и планируемые результаты обучения по дисциплине

Целью освоения дисциплины «Проектирование подстанций» является формирование у обучающихся основ теоретической и практической подготовки в области проектирования подстанций.

Задачами дисциплины являются:

- изучение основных принципов в области проектирования электрических подстанций;
- изучение базовых понятий, законов в процессах проектирования электрических подстанций;
- формирование умений по овладению приемами и методами решения конкретных задач по проектированию электрических подстанций;
- овладение навыками ориентироваться в научной и технической информации, обеспечивающей возможность понимать, обосновывать и использовать современные принципы и методы проектирования электрических подстанций.

Компетенции и индикаторы, формируемые у обучающихся:

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора
ПК-3 – Способен принимать участие в организации и проведении оперативных переключений и обеспечении безопасных условий работы персонала электрических станций и подстанций	ПК-3.2 – Выбирает оптимальные способы решения производственных задач, обеспечивающих безопасные условия работы персонала
ПК-4 – Способен организовать оперативные действия по ликвидации технологических нарушений, аварий и пожаров на оборудовании цеха (под-разделения) электрических станций и подстанций	ПК-4.1 – Обосновывает выбор целесообразного решения

## 2. Место дисциплины в структуре ОП

Предшествующие дисциплины (модули), практики, НИР, др.:

1. «Электротехнические устройства и установки», 2. «Электрические станции и подстанции».

Последующие дисциплины (модули), практики, НИР, др. ГИА

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1. Структура дисциплины

Для очной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Семестры
			7
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	3,25	117	117

АУДИТОРНАЯ РАБОТА	1,38	50	50
Лекции	0,44	16	16
Практические (семинарские) занятия	0,94	34	34
Лабораторные работы	-	-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	2,61	94	94
Проработка учебного материала	0,61	22	22
Курсовой проект	2	72	72
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	1	36	36
Промежуточная аттестация:			Э
			КП

#### Для заочной формы обучения

Вид учебной работы	Всего ЗЕ	Всего часов	Курс
			4
ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ	5	180	180
КОНТАКТНАЯ РАБОТА*	-	144	144
АУДИТОРНАЯ РАБОТА	0,5	18	18
Лекции	0,16	6	6
Практические (семинарские) занятия	0,33	12	12
Лабораторные работы		-	-
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩЕГОСЯ	4,25	153	153
Проработка учебного материала	2,25	81	81
Курсовой проект	2	72	72
Курсовая работа	-	-	-
Подготовка к промежуточной аттестации	0,5	18	18
Промежуточная аттестация:			Э
			КП

### 3.2. Содержание дисциплины, структурированное по разделам и видам занятий

#### Для очной формы обучения

Разделы дисциплины	Всего часов	Распределение трудоемкости по видам учебной работы				Формы и вид контроля	Индексы индикаторов формируемых компетенций
		лекции	лаб. раб.	пр. зан.	сам. раб.		
Раздел 1: Понятия о проектировании подстанций. Критерии принятия	18	4	-	8	6	ТК 1	ПК-3.2-3, У, В ПК-4.1-3, У, В

решений							
Раздел 2: Учет параметров энергосистемы	17	4	-	8	5	ТК2	ПК-3.2-3, У, В ПК-4.1-3, У, В
Раздел 3: Обоснование и выбор структурных схем и схем коммутации	17	4	-	8	5	ТК3	ПК-3.2-3, У, В ПК-4.1-3, У, В
Раздел 4: Обоснование и выбор электрических проводников и аппаратов	20	4	-	10	6	ТК4	ПК-3.2-3, У, В ПК-4.1-3, У, В
Курсовой проект	72	-	-	-	72	ОМ кп	ПК-3.2-3, У, В ПК-4.1-3, У, В
Экзамен	36	-	-	-	36	ОМ	ПК-3.2-3, У, В ПК-4.1-3, У, В
<b>ИТОГО</b>	<b>180</b>	<b>16</b>	<b>-</b>	<b>34</b>	<b>130</b>	<b>-</b>	<b>-</b>

### 3.3. Содержание дисциплины

#### РАЗДЕЛ 1. Понятия о проектировании подстанций. Критерии принятия решений:

Общие сведения о проектировании. Проектирование подстанций. Проектирование схем выдачи мощности подстанций. Задание на проектирование, рабочий проект.

Общие требования, предъявляемые к схемам. Нормативная документация. Влияющие факторы. Целевая функция. Техничко-экономические показатели. Показатели надежности. Модели надежности элементов схем. Расчет аварийного недоотпуска электроэнергии. Экономические последствия из-за ненадежности схем.

#### РАЗДЕЛ 2. Учет параметров энергосистемы:

Обоснование целесообразности вводов мощности. Обоснование системообразующих связей. Обоснование схем присоединения к энергосистеме. Обоснование и выбор количества линий выдачи мощности. Обоснование расчетных условий для оценки надежности схем. Обоснование способов ограничения токов короткого замыкания. Общие методические положения обоснования и выбора схем.

### РАЗДЕЛ 3. Обоснование и выбор структурных схем и схем коммутации:

Структурные схемы подстанций. Общие методические положения обоснования и выбора структурных схем подстанций. Методика обоснования и выбора структурных схем подстанций.

Классификация схем коммутации. Типовая сетка схем коммутации. Опыт использования схем коммутации. Особенности схем коммутации подстанций. Методика обоснования и выбора схем коммутации. Тенденции в использовании коммутационных аппаратов.

### РАЗДЕЛ 4. Обоснование и выбор электрических проводников и аппаратов:

Расчетные условия для выбора проводников и аппаратов по продолжительным режимам работы. Расчет токов короткого замыкания. Электродинамические воздействия токов короткого замыкания. Термическое действие токов короткого замыкания. Выбор выключателей и разъединителей. Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения.

## **3.4. Тематический план практических занятий**

РАЗДЕЛ 1. Понятия о проектировании подстанций. Выбор площадки сооружения: Выбор площадок для строительства подстанций. Выбор номинального напряжения подстанций для вновь сооружаемых линий Составление структурных схем ПС. Метод оценки надежности схем.

РАЗДЕЛ 2. Составление вариантов структурной схемы. Показатели надежности: Выбор измерительных трансформаторов тока и напряжения. Выбор коммутационных аппаратов. Ограничение токов короткого замыкания. Выбор метода. Расчет токов нормального и аварийного режимов на ПС. Определение числа и мощности трансформаторов с помощью уточненной методики.

РАЗДЕЛ 3. Проектирование схем электрических соединений РУ высокого напряжения: Выбор оборудования на подстанции, подключенной к линии с распределенными параметрами Проектирование систем и схем собственных нужд ПС.

РАЗДЕЛ 4. Проектирование систем электроснабжения собственных нужд. проектирование и выбор конструкции распределительных устройств: Проектирование и выбор конструкции распределительных устройств подстанций. Расчет молниезащиты электроустановок на подстанциях.

## **3.5. Тематический план лабораторных работ**

Данный вид работы не предусмотрен учебным планом.

### 3.6. Курсовой проект

Тема:

Проектирование подстанции.

### 4. Оценивание результатов обучения

Оценивание результатов обучения по дисциплине осуществляется в рамках текущего контроля и промежуточной аттестации, проводимых по балльно-рейтинговой системе (БРС).

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено		не зачтено	
ПК-3	ПК-3.2	знать:				
		основные принципы, понятия, законы проектирования электрических подстанций	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		применять основные принципы, понятия, законы при проектировании электрических подстанций	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки

					объеме	
		владеть:				
		приемами и методами отбора оптимальных способов решения задач в процессе проектирования электрических подстанций	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов в без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнении и модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов в некоторым и недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами	Не продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнения физических экспериментов, обработки и интерпретации их результатов, имеют место грубые ошибки.
ПК-4	ПК-4.1	знать:				
		технологии использования основных принципов, понятий, законов при проектировании электрических подстанций	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		обосновывать применение основных принципов, понятий, законов при проектировании и электрических подстанций	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи, выполнены все задания в полном	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые

			объеме	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	ошибки
		владеть:				
		приемами и методами обоснования оптимальных способов решения задач в процессе проектирования электрических подстанций	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами	Не продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнения модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов, имеют грубые ошибки.

Оценочные материалы для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации приведены в Приложении к рабочей программе дисциплины.

Полный комплект заданий и материалов, необходимых для оценивания результатов обучения по дисциплине, хранится на кафедре разработчика.

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **5.1. Учебно-методическое обеспечение**

#### 5.1.1. Основная литература

1. Гук Ю.Б., Канатан В.В., Петрова С.С. Проектирование электрической части станций и подстанций: учебное пособие для вузов. – Л. : Энергоатомиздат, 1985. – 312 с
2. Капранова Г.А. Электрическая часть станций и подстанций : конспект лекций / Г. А. Капранова, О. Г. Русева; ред. Р. С. Абдрахманов. – Казань: КГЭИ, 2000. – 72 с.
3. Миронова Е.А. Основы эксплуатации электроэнергетического оборудования: учебное пособие / Е. А. Миронова. – Казань : КГЭУ, 2019. – 151 с.

#### 5.1.2. Дополнительная литература

1. Электротехнический справочник: в 4 томах / под общ ред.: В. Г. Герасимова [и др.]. – 10-е изд., стер. – М.: Издательский дом МЭИ, 2017. Т. 3 : Производство, передача и распределение электрической энергии. - 2017. – 964 с.
2. Электрическая часть станций и подстанций: учебник для вузов / под ред. А. А. Васильева. – М.: Энергия, 1980. – 608 с.
3. Основы проектирования релейной защиты и автоматики: учебно-методическое пособие / сост.: Р. Ф. Ярыш, Р. Э. Абдуллазянов. – Казань : КГЭУ, 2022. – 65 с
4. Дьяков А.Ф.. Основы проектирования релейной защиты электроэнергетических систем: учебное пособие для вузов / А. Ф. Дьяков, В. В. Платонов. – М.: МЭИ, 2000. – 248 с.
5. Кокин С.Е.. Схемы электрических соединений подстанций: учебное пособие / С. Е. Кокин. – 2-е изд., стер. – М.: Флинта, 2017. – 100 с

### **5.2. Информационное обеспечение**

#### 5.2.1. Электронные и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система IPRbooks (ЭБС IPRbooks) – электронная библиотека по всем отраслям знаний <http://www.iprbookshop.ru>
2. e-Library.ru: Научная электронная библиотека [Электронный ресурс]. – URL: <http://elibrary.ru/>.
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [Электронный ресурс]. – URL: <http://cyberleninka.ru/>.
4. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов [Электронный ресурс]. – URL: <http://fcior.edu.ru/>.

#### 5.2.2. Профессиональные базы данных / Информационно-справочные системы



1. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» [Электронный ресурс]. – URL: <http://window.edu.ru/>
2. Российская национальная библиотека <http://nlr.ru/>
3. «Консультант плюс» <http://www.consultant.ru/>
4. Словари и энциклопедии на Академике [Электронный ресурс]. – URL: <http://dic.academic.ru>.
5. Система информационно-правового обеспечения «Гарант» [Электронный ресурс]. – URL: <http://ivo.garant.ru/>.

### 5.2.3. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение дисциплины

1. Windows 7 Профессиональная (Pro) Пользовательская операционная система; ЗАО "СофтЛайнТрейд" №2011.25486 от 28.11.2011 Неискл. право. Бессрочно;
2. Браузер Chrome Система поиска информации в сети интернет; Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно;
3. LMS Moodle ПО для эффективного онлайн- взаимодействия преподавателя и студента; Свободная лицензия Неискл. право. Бессрочно.
4. Лицензионное программное обеспечение: операционная система Microsoft Windows, пакет офисных приложений Microsoft Office.
5. Свободно распространяемое программное обеспечение: свободные пакеты офисных приложений Apache Open Office, LibreOffice.



## 6. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование вида учебной работы	Наименование учебной аудитории, специализированной лаборатории	Перечень необходимого оборудования и технических средств обучения
Лекции	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения, служащие для представления учебной информации большой аудитории (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), демонстрационное оборудование, учебно-наглядные пособия
Практические занятия	Учебная аудитория для проведения практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации	Специализированная учебная мебель, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран) и др.
Самостоятельная работа	Компьютерный класс с выходом в Интернет	Специализированная учебная мебель на 30 посадочных мест, 30 компьютеров, технические средства обучения (мультимедийный проектор, компьютер (ноутбук), экран), видеокамеры, программное обеспечение
	Читальный зал библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, экран, мультимедийный проектор, программное обеспечение
	Учебная аудитория для выполнения курсового проекта	Специализированная мебель, компьютерная техника с возможностью выхода в Интернет и обеспечением доступа в ЭИОС, программное обеспечение

## 7. Особенности организации образовательной деятельности для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов

Лица с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) и инвалиды имеют возможность беспрепятственно перемещаться из одного учебно-лабораторного корпуса в другой, подняться на все этажи учебно-лабораторных корпусов, заниматься в учебных и иных помещениях с учетом особенностей психофизического развития и состояния здоровья.

Для обучения лиц с ОВЗ и инвалидов, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, обеспечены условия беспрепятственного доступа во все учебные помещения. Информация о специальных условиях, созданных для обучающихся с ОВЗ и инвалидов, размещена на сайте университета [www//kgeu.ru](http://www//kgeu.ru). Имеется возможность оказания технической помощи ассистентом, а также услуг сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушенным слухом справочного, учебного материала по дисциплине обеспечиваются следующие условия:

- для лучшей ориентации в аудитории, применяются сигналы оповещения о начале и конце занятия (слово «звонок» пишется на доске);
- внимание слабослышащего обучающегося привлекается педагогом жестом (на плечо кладется рука, осуществляется нерезкое похлопывание);
- разговаривая с обучающимся, педагогический работник смотрит на него, говорит ясно, короткими предложениями, обеспечивая возможность чтения по губам.

Компенсация затруднений речевого и интеллектуального развития слабослышащих обучающихся проводится путем:

- использования схем, диаграмм, рисунков, компьютерных презентаций с гиперссылками, комментирующими отдельные компоненты изображения;
- регулярного применения упражнений на графическое выделение существенных признаков предметов и явлений;
- обеспечения возможности для обучающегося получить адресную консультацию по электронной почте по мере необходимости.

Для адаптации к восприятию лицами с ОВЗ и инвалидами с нарушениями зрения справочного, учебного, просветительского материала, предусмотренного образовательной программой по выбранному направлению подготовки, обеспечиваются следующие условия:

- ведется адаптация официального сайта в сети Интернет с учетом особых потребностей инвалидов по зрению, обеспечивается наличие крупношрифтовой справочной информации о расписании учебных занятий;
- педагогический работник, его собеседник (при необходимости), присутствующие на занятии, представляются обучающимся, при этом каждый раз называется тот, к кому педагогический работник обращается;
- действия, жесты, перемещения педагогического работника коротко и ясно комментируются;
- печатная информация предоставляется крупным шрифтом (от 18 пунктов), тотально озвучивается;
- обеспечивается необходимый уровень освещенности помещений;
- предоставляется возможность использовать компьютеры во время занятий и право записи объяснений на диктофон (по желанию обучающихся).

Форма проведения текущей и промежуточной аттестации для обучающихся с ОВЗ и инвалидов определяется педагогическим работником в соответствии с учебным планом. При необходимости обучающемуся с ОВЗ, инвалиду с учетом их индивидуальных психофизических особенностей дается возможность пройти промежуточную аттестацию устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п., либо предоставляется дополнительное время для подготовки ответа.

## **8. Методические рекомендации для преподавателей по организации воспитательной работы с обучающимися.**

Методическое обеспечение процесса воспитания обучающихся выступает одним из определяющих факторов высокого качества образования. Преподаватель вуза, демонстрируя высокий профессионализм, эрудицию, четкую гражданскую позицию, самодисциплину, творческий подход в решении профессиональных задач, в ходе образовательного процесса способствует формированию гармоничной личности.

При реализации дисциплины преподаватель может использовать следующие методы воспитательной работы:

- методы формирования сознания личности (беседа, диспут, внушение, инструктаж, контроль, объяснение, пример, самоконтроль, рассказ, совет, убеждение и др.);

- методы организации деятельности и формирования опыта поведения (задание, общественное мнение, педагогическое требование, поручение, приучение, создание воспитывающих ситуаций, тренинг, упражнение, и др.);

- методы мотивации деятельности и поведения (одобрение, поощрение социальной активности, порицание, создание ситуаций успеха, создание ситуаций для эмоционально-нравственных переживаний, соревнование и др.)

При реализации дисциплины преподаватель должен учитывать следующие направления воспитательной деятельности:

*Гражданское и патриотическое воспитание:*

- формирование у обучающихся целостного мировоззрения, российской идентичности, уважения к своей семье, обществу, государству, принятым в семье и обществе духовно-нравственным и социокультурным ценностям, к национальному, культурному и историческому наследию, формирование стремления к его сохранению и развитию;

- формирование у обучающихся активной гражданской позиции, основанной на традиционных культурных, духовных и нравственных ценностях российского общества, для повышения способности ответственно реализовывать свои конституционные права и обязанности;

- развитие правовой и политической культуры обучающихся, расширение конструктивного участия в принятии решений, затрагивающих их права и интересы, в том числе в различных формах самоорганизации, самоуправления, общественно-значимой деятельности;

- формирование мотивов, нравственных и смысловых установок личности, позволяющих противостоять экстремизму, ксенофобии, дискриминации по социальным, религиозным, расовым, национальным признакам, межэтнической и межконфессиональной нетерпимости, другим негативным социальным явлениям.

*Духовно-нравственное воспитание:*

- воспитание чувства достоинства, чести и честности, совестливости, уважения к родителям, учителям, людям старшего поколения;

- формирование принципов коллективизма и солидарности, духа милосердия и сострадания, привычки заботиться о людях, находящихся в трудной жизненной ситуации;

- формирование солидарности и чувства социальной ответственности по

отношению к людям с ограниченными возможностями здоровья, преодоление психологических барьеров по отношению к людям с ограниченными возможностями;

- формирование эмоционально насыщенного и духовно возвышенного отношения к миру, способности и умения передавать другим свой эстетический опыт.

*Культурно-просветительское воспитание:*

- формирование эстетической картины мира;

- формирование уважения к культурным ценностям родного города, края, страны;

- повышение познавательной активности обучающихся.

*Научно-образовательное воспитание:*

- формирование у обучающихся научного мировоззрения;

- формирование умения получать знания;

- формирование навыков анализа и синтеза информации, в том числе в профессиональной области.



**Вносимые изменения и утверждения на новый учебный год**

№ п/п	№ раздела внесения изменений	Дата внесения изменений	Содержание изменений	«Согласовано» Зав. каф. реализующей дисциплину	«Согласовано» председатель УМК института (факультета), в состав которого входит выпускающая
1	2	3	4	5	6
1					
2					
3					

*Приложение к рабочей  
программе дисциплины*



**КГУУ**

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО «КГУУ»)**

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
по дисциплине**

**Б1.В.ДЭ.02.-8.03 Проектирование подстанций**

---

Направление подготовки 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника  
*(Код и наименование направления подготовки)*

Квалификация Бакалавр  
*(Бакалавр / Магистр)*

---

г. Казань, 2023



по билетам												
Курсовой проект												0-100

## 2. Оценочные материалы текущего контроля и промежуточной аттестации

Шкала оценки результатов обучения по дисциплине:

Код компетенции	Код индикатора компетенции	Запланированные результаты обучения по дисциплине	Уровень сформированности индикатора компетенции			
			Высокий	Средний	Ниже среднего	Низкий
			от 85 до 100	от 70 до 84	от 55 до 69	от 0 до 54
			Шкала оценивания			
			отлично	хорошо	удовлетворительно	неудовлетворительно
			зачтено			не зачтено
ПК-3	ПК-3.2	знать:				
		основные принципы, понятия, законы проектирования электрических подстанций	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		применять основные принципы, понятия, законы при проектировании электрических подстанций	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания, но не в полном объеме	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки
		владеть:				
			Продемонстрированы	Продемонстри-	Имеется мини-	Не продемонстри-

		приемами и методами отбора оптимальных способов решения задач в процессе проектирования электрических подстанций	навыки при решении нестандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов без ошибок и недочетов	рованы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторым и недочетами	мальный набор навыков для решения стандартных задач, в выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами	стрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнения модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов, имеют место грубые ошибки.
ПК-4	ПК-4.1	знать:				
		технологии использования основных принципов, понятий, законов при проектировании электрических подстанций	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе, имеет место несколько негрубых ошибок	Минимально допустимый уровень знаний, имеет место много негрубых ошибок	Уровень знаний ниже минимальных требований, имеют место грубые ошибки
		уметь:				
		обосновывать применение основных принципов, понятий, законов при проектировании и электрических подстанций	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с негрубыми ошибками, выполнены все задания в полном объеме, но некоторые	Продемонстрированы основные умения, решены типовые задачи с негрубыми ошибками, выполнены все	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения, имеют место грубые ошибки

				с недочетами	задания, но не в полном объеме	
		владеть:				
		приемами и методами обоснования оптимальных способов решения задач в процессе проектирования электрических подстанций	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов без ошибок и недочетов	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач, выполнении модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов с некоторыми недочетами	Не продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач, выполнения модельных экспериментов, обработки и интерпретации их результатов, имеют место грубые ошибки.

Оценка **«отлично»** выставляется за выполнение *практических заданий, тестовых заданий и рефератов в семестре без ошибок и недочетов; понимание и умение применять принципы, законы для проектирования электрических подстанций; полные и содержательные ответы на вопросы билета;*

Оценка **«хорошо»** выставляется за выполнение *практических заданий, тестовых заданий и рефератов в семестре с минимальными ошибками и недочетами; понимание и умение применять понятия, законы для проектирования электрических подстанций; достаточно полные и содержательные ответы на вопросы билета;*

Оценка **«удовлетворительно»** выставляется за выполнение *практических заданий, тестовых заданий и рефератов в семестре с большим количеством ошибок и недочетов; минимальный набор знаний и умений для*

проектирования электрических подстанций; неполные ответы на вопросы билета;

Оценка **«неудовлетворительно»** выставляется за слабое и неполное выполнение практических заданий, тестовых заданий и рефератов в семестре и отсутствие минимальных навыков для проектирования электрических подстанций.

### 3. Перечень оценочных средств

Краткая характеристика оценочных средств, используемых при текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации обучающегося по дисциплине:

Наименование оценочного средства	Краткая характеристика оценочного средства	Описание оценочного средства
Контрольная работа (Кнтр)	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий
Тест (Тест)	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру измерения уровня знаний и умений обучающегося	Комплект тестовых заданий
Практическое задание (ПЗ)	Средство оценки умения применять полученные теоретические знания в практической ситуации. Задание направлено на оценивание компетенций по дисциплине, содержит четкую инструкцию по выполнению или алгоритм действий	Комплект заданий
Реферат (Рфр)	Продукт самостоятельной работы обучающегося, представляющий собой краткое изложение в письменном виде полученных результатов теоретического анализа определенной научной (учебно-исследовательской) темы	Темы рефератов
Экзамен	Оценочные материалы, вынесенные на экзамен, состоят из экзаменационных билетов с теоретическими вопросами и заданиями практического характера для проверки практических умений.	Перечень теоретических вопросов
Курсовой проект	Конечный продукт, получаемый в результате планирования и выполнения комплекса учебных и исследовательских заданий. Позволяет оценить умения обучающихся самостоятельно конструировать свои знания в процессе решения практических задач и проблем, ориентироваться в информационном пространстве и уровень сформированности аналитических, исследовательских навыков, навыков практического и творческого мышления. Может выполняться в индивидуальном порядке или группой обучающихся	Темы проектов

**4. Перечень контрольных заданий или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения дисциплины**  
Проверяемая компетенция: ПК-3.2, ПК- 4.1

*Пример заданий*

**Для текущего контроля ТК1:**

**Практическое задание (ПЗ)**

1.Проектирование систем электроснабжения собственных нужд.

*Пример заданий*

**Для текущего контроля ТК2:**

**Практическое задание (ПЗ)**

1.Проектирование и выбор конструкции распределительных устройств.

*Пример заданий*

**Для текущего контроля ТК3:**

**Практическое задание (ПЗ)**

1.Проектирование защиты от перенапряжений и заземляющих устройств.

**Реферат (РФр)**

Темы:

1. Структурный анализ потерь.
2. Мероприятия по снижению технических потерь.
3. Мероприятия по снижению коммерческих потерь.
4. Общие требования к схемам подстанций. Принципы формирования вариантов конфигурации подстанций. Выбор схемных решений.
5. Принципы технического отбора конкурентоспособных вариантов подстанций при проектировании.
6. Техничко-экономическое сравнение вариантов электрической подстанции. Выбор оптимального варианта схемы электрической подстанции при проектировании. Определение потерь электрической энергии при проектировании электрической подстанции.
7. Обоснование и выбор электрических проводников и аппаратов.
8. Источники и потребители реактивной мощности.
9. Расчеты основных режимов и регулирование напряжения.
10. Обоснование и выбор схем коммутации.
11. Особенности проектирования подстанций.
12. Критерии принятия решений при проектировании подстанций.
13. Учет параметров при проектировании подстанций.
14. Обоснование и выбор структурных схем.

## 15. Обоснование и выбор схем коммутации.

*Пример заданий*

**Для текущего контроля ТК4:**

### **Практическое задание (ПЗ)**

1. Проектирование грозозащиты.

### **Тест**

- 1) Как определяется расчетная нагрузка при числе электроприемников  $n \leq 3$ ?
  1. по коэффициенту максимума, КМ
  2. по коэффициенту спроса, КС
  3. по коэффициенту использования, КИ
  4. по сумме номинальных мощностей, РН
- 2) Как определяется расчетная нагрузка для приемников с постоянным графиком нагрузки: насосы, вентиляторы, печи сопротивления?
  1. по коэффициенту спроса, КС
  2. равна средней мощности, РС
  3. по удельной нагрузке на единицу производственной площади
  4. по коэффициенту формы, КФ
- 3) Как определяются средние нагрузки при расчете нагрузки на промышленном предприятии?
  1. по номинальной мощности и коэффициенту использования
  2. по коэффициенту загрузки, КЗ
  3. по коэффициенту максимума, КМ
  4. по коэффициенту формы, КФ
- 4) Как выбирается число трансформаторов на цеховых подстанциях промпредприятий?
  1. по мощности трансформаторов
  2. по категоричности потребителей
  3. по мосту установки в цехе
  4. по типу трансформаторов
- 5) Какие перегрузки допускают силовые трансформаторы в аварийном режиме?
  1. не допускают вообще
  2. длительное
  3. допускают в зависимости от систем охлаждения
  4. допускают кратковременные перегрузки в пределах, установленных ПТЭЭП
- 6) Как определяются расчетные нагрузки по методу упорядоченных диаграмм?
  1. по коэффициенту спроса, КС
  2. по коэффициенту формы, КФ
  3. по коэффициенту загрузки, КЗ
  4. по коэффициенту максимума и средней мощности
- 7) Как выбирается оптимальная система электроснабжения промпредприятия?
  1. по потерям мощности

2. по потерям напряжения
3. по годовым расчетным затратам
4. по напряжению
- 8) Как определяются расчетная нагрузка приемников с переменным графиком нагрузки группы «А»?
  1. расчетная нагрузка равна средней мощности
  2. по коэффициенту спроса, КС
  3. по коэффициенту спроса, КМ
  4. расчетная нагрузка равно номинальной,  $PP=PN$
- 9) За какой интервал времени определяются расчетные нагрузки?
  1. за сутки
  2. за месяц
  3. за два часа
  4. за 30-минутный интервал времени
- 10) Как определяется расчетная нагрузка на третьем уровне?
  1. принимается равной номинальной мощности
  2. определяется по коэффициенту мощности, КМ
  3. определяется по коэффициенту спроса, КС
  4. расчетная нагрузка равно средней мощности
- 11) Как достигается экономически целесообразный режим работы трансформаторов в условиях эксплуатации?
  1. заменой трансформаторов
  2. перегрузкой трансформаторов
  3. переключением количества работающих трансформаторов
  4. отключением числа потребителей
- 12) В каких случаях эффективное число приемников  $nЭ$  принимается равным действительному числу приемников  $n$ ?
  1. при большом количестве приемников,  $n$
  2. при небольших мощностях приемников
  3. в тех случаях, когда отношение  $m=PN_{max}/PN_{in}$  меньше или равно 3,  $m \leq 3$
  3. при наличии приемников с постоянным графиком нагрузки
- 13) Для чего определяется центр электрических нагрузок?
  1. для выбора мощности цеховых трансформаторов
  2. для выбора количества трансформаторов
  3. для определения места расположения пункта приемников электрической энергии на промпредприятиях (ГПП, ГРП)
  4. Для выбора кабельных линий
- 14) Как определяются расчетные нагрузки осветительных приемников?
  1. по коэффициенту формы
  2. по средней мощности
  3. по среднеквадратичной мощности
  4. по удельной нагрузке на единицу производственной площади
- 15) Какие схемы электроснабжения применяются в условиях до 1000 Вольт для

повышения надежности?

1. магистральные
2. смешанные
3. модульные
4. радиальные

16) Для чего для внешнего электроснабжения промпредприятий применяются схемы с короткозамыкателями и отделителями?

1. для уменьшения потерь
2. для повышения надежности работы
3. для упрощения и уменьшения стоимости системы электроснабжения
4. для повышения качества потребляемой электрической энергии

17) Для чего определяются пиковые электрические нагрузки?

1. для выбора сечения кабеля
2. для выбора мощности трансформаторов
3. для выбора количества трансформаторов
4. для выбора элементов систем электроснабжения в переходных режимах

18) Как определяются расчетные нагрузки если эффективное число приемников меньше

$n_{\text{Э}} < 4$ ?

1. равно средней мощности
2. по номинальной мощности
3. по коэффициенту спроса
4. по коэффициенту максимума с учетом, что  $n_{\text{Э}} = 4$

19) Как определяются расчетные нагрузки приемников, работающих кратковременно (задвигки)

1. по коэффициенту спроса
2. по коэффициенту максимума, КМ
3. принимаются равными номинальной мощности
4. не определяются

20) Как определить расчетные нагрузки если известен график нагрузки?

1. равны средней мощности
2. равны номинальной мощности
3. по коэффициенту спроса
4. по коэффициенту формы и средней мощности

21) На подстанции, подключенной по схеме блок трансформатор-линия, произошло короткое замыкание за силовым трансформатором на одной из линий. Составьте алгоритм организационных и технических мероприятий, производимых в данной ситуации.

22) Назначение выключателя? (укажите правильный ответ)

- 1) создание видимого разрыва
- 2) отключение токов короткого замыкания
- 3) измерение тока
- 4) измерение напряжения
- 5) измерение мощности

23) Какой тип охлаждения трансформаторов собственных нужд используется

преимущественно при их установке в ячейках? \_\_\_\_\_

24) Составьте правильные пары:

- 1) Величина тока на вторичной обмотке трансформатора тока
- 2) Напряжение сети, где применяется эффективно-заземленная нейтраль
- 3) Величина напряжения на вторичной обмотке трансформатора напряжения
- 4) Коэффициент трансформации при отношении тока ВН и НН 100/5
- 5) Коэффициент трансформации при отношении напряжения ВН и НН 35/10

а) 110, б) 1, в) 100, г) 3,5, д) 20

### Контрольная работа (КнТР)

Задание для контрольной работы (для студентов заочной формы обучения)

Задание по контрольной работе, выполняемой обучающимися заочной формы обучения, предполагает расчет параметров и выбор силового трансформатора с учетом формы графика нагрузки и допустимых систематических и аварийных перегрузок. Подготовка работы осуществляется студентом самостоятельно с использованием лекционного материала и учебной литературы. Исходные данные для расчета трансформатора выбираются в зависимости от номера варианта обучающегося по таблице и рисунку.

Расчет трансформатора выполняется согласно методике, изложенной в ГОСТ 14209-85 «Трансформаторы силовые масляные общего назначения. Допустимые нагрузки».

Выполнение контрольной работы предполагает:

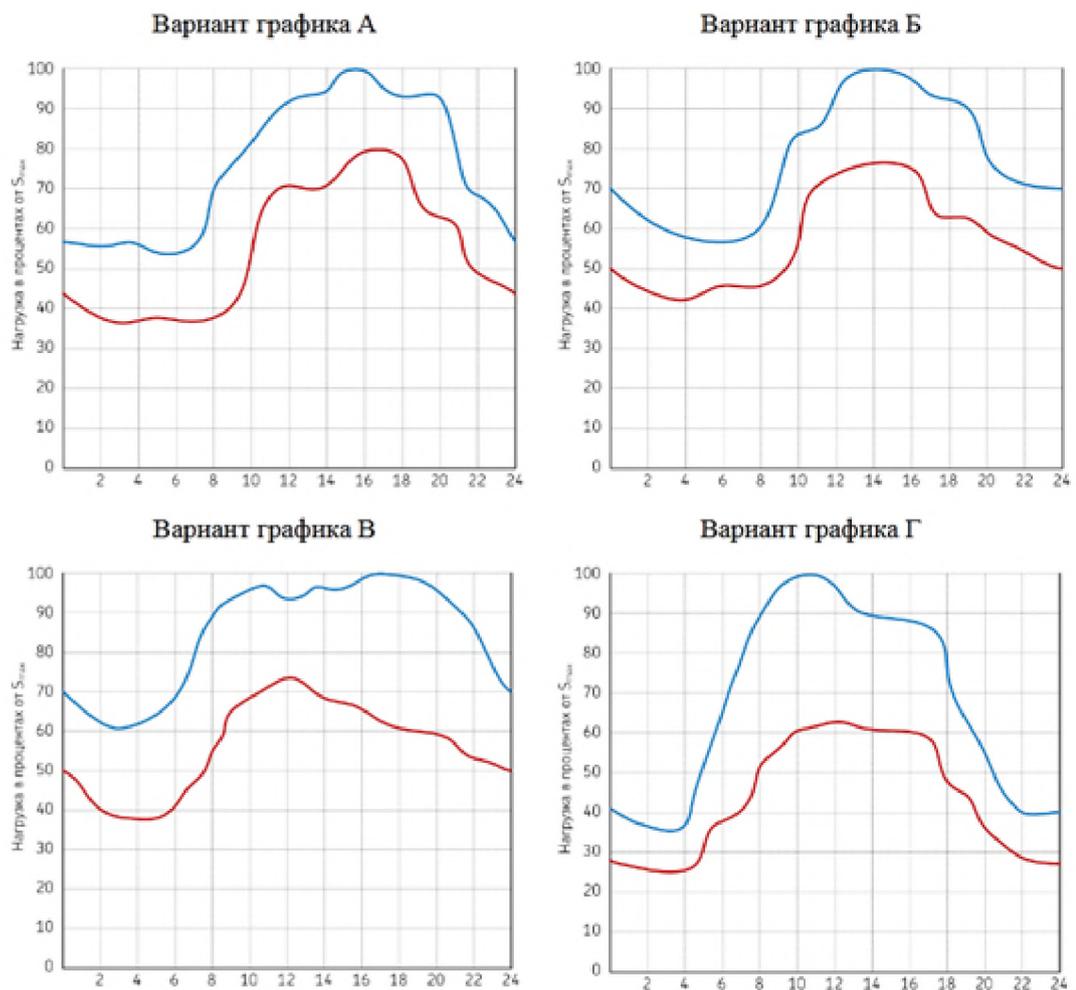
- Преобразование заданного графика нагрузки к двухступенчатому виду.
- Выбор мощности силового трансформатора.
- Проверку трансформатора по условиям систематических перегрузок.
- Проверку трансформатора по условиям аварийных перегрузок.
- Проведение перечисленных расчетов для летнего и зимнего графика нагрузки.

Таблица – Варианты исходных данных по контрольной работе

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Населенный пункт	Иваново	Ижевск	Белгород	Саратов	Краснодар	Тамбов	Новосибирск	Тула	Калининград	Курск	Воркута	Ставрополь	Кемерово	Липецк	Магадан
Вариант нагрузки ПС	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В
Р <sub>нг</sub> макс, МВт	40	50	30	25	45	45	45	25	35	70	80	60	40	70	35
Q <sub>нг</sub> макс, Мвар	25	32	24	18	30	35	35	17	25	52	55	42	38	54	28

Продолжение таблицы

Вариант	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Населенный пункт	Рязань	Кострома	Владивосток	Вологда	Новгород	Смоленск	Иркутск	Красноярск	Пермь	Хабаровск	Чита	Якутск	Челябинск	Орёл	Астрахань
Вариант нагрузки ПС	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г	А	Б	В	Г
Рнг макс, МВт	30	80	65	40	20	44	25	45	35	45	30	45	70	60	40
Qнг макс, Мвар	29	50	45	25	12	31	18	27	20	30	20	30	52	42	38



Рисунок–Варианты графиков нагрузки к таблице

**Курсовой проект**

При изучении дисциплины «Проектирование подстанций» предусмотрено выполнение *курсового проекта*.

**Методические указания по выполнению курсового проекта**

Курсовой проект включает следующие разделы: введение, расчетную часть, результаты моделирования в среде Matlab и графическую часть. Введение должно содержать цель работы и исходные данные. Цель курсового проекта предполагает продемонстрировать умение применять приобретенные знания в области проектирования подстанций.

Исходными данными для курсового проекта являются сведения о конкретной ПС, соответствующий варианту работы. Все темы курсовых проектов должны быть рассмотрены на примере конкретной ПС.

Ход выполнения проекта описывается по схеме: постановка задачи, способы и результаты обследования объекта автоматизации, использованные методы решения поставленной задачи, полученные результаты и выводы. При этом необходимо найти разумный компромисс между степенью детализации в описании выполненных работ и понятностью изложения.

Курсовой проект должна содержать графические чертежи структурной принципиальной и однолинейной схем, являющиеся итоговым результатом ее выполнения.

Моделирование электронной схемы в среде Matlab является важным этапом выполнения работы.

Порядок выполнения моделирования обучающимся

1. Собрать и отладить разработанную схему измерительного устройства в программной среде Matlab.

2. С помощью виртуальных измерительных приборов определить значения токов, напряжений и сопротивлений в расчетных точках схемы.

3. Сравнить результаты теоретических расчетов с результатами, полученными путем моделирования.

По окончании моделирования строится предварительный вариант ПС.

Пояснительная записка должна быть выполнена на бумаге формата А4. Объемом пояснительной записки 20–25 страниц, включая необходимые чертежи, схемы, графики. Используемый шрифт Times New Roman, размер –14 пт через 1,5 интервала, абзацный отступ – 1,25 см. Разметка страницы: поле левое – 3 см; правое – 1,5 см; верхнее и нижнее – 2 см.

Пояснительная записка включает:

- титульный лист;
- техническое задание;
- аннотация;
- содержание;
- введение;
- основная часть проекта;

- заключение;
- список используемой литературы;
- приложения.

Образец титульного листа и образец задания на курсовой проект (работу) представлены в Приложении 5 и 6.

#### *Критерии оценки курсового проекта*

За курсовой проект обучающийся может получить максимум 100 баллов. Для получения положительной оценки за курсовой проект необходимо получить не менее 60 баллов. Работа оценивается по следующим критериям.

1. Изучение литературы общего и предметного характера (по рассматриваемой проблеме) (объем исследованной литературы и других источников информации). *12 – 20 баллов*

2. Информационное обследование системы (сбор и изучение данных о проектируемой системе, разработка необходимых спецификаций). Постановка проблемы, корректное изложение смысла основных идей, их теоретическое обоснование и объяснение, степень полноты обзора состояния вопроса. *12 – 20 баллов*

3. Определение и описание ресурсов исследования (математических, предметных, программных, технических). *12 – 20 баллов*

4. Моделирование разрабатываемой схемы средствами Matlab. Проведение анализа функциональной адекватности разработанного схемного решения на основе результатов моделирования в Matlab. *18 – 30 баллов*

5. Оформление курсового проекта (отчета). Соответствие содержания заявленной теме, логичность и последовательность в изложении материала, обоснованность выводов, правильность оформления (соответствие стандарту, структурная упорядоченность, ссылки, цитаты, таблицы, соблюдение объема, шрифтов, интервалов и т.д.). *6 – 10 баллов*

Пояснительная записка курсового проекта представляется в печатном виде в формате, предусмотренном методическими указаниями по оформлению. Защита курсового проекта проходит в форме доклада обучающегося по выполненной работе и ответов на вопросы преподавателя.

В случае если оформление курсового проекта и ответы обучающегося во время защиты соответствуют изученному теоретическому материалу, а практическое задание соответствует требованиям к проектированию информационных систем, обучающийся получает максимальное количество баллов.

Основаниями для снижения количества баллов в диапазоне являются:

- неполное раскрытие темы;

- отсутствие ответов или неполные ответы на дополнительные вопросы преподавателя;
- наличие отклонений от ЕСКД;
- низкое качество графического материала.

### ***Темы на курсовой проект***

Проектирование подстанций.

### **Промежуточная аттестация ОМ:**

Промежуточная аттестация по дисциплине «Проектирование подстанций» проходит в форме письменного экзамена.

### **Контрольные вопросы для экзамена по дисциплине**

1. Стадии проектирования.
2. Выбор основного технологического оборудования
3. Выбор номинальных напряжений для вновь проектируемых ПС
4. Годовой график нагрузки
5. Типовые структурные схемы районных подстанций.
6. Структурные схемы узловых подстанций
7. Надежность электроустановок
8. Схемы присоединения электростанций и подстанций к энергосистеме.
9. Токи утяжеленного режима
10. Расчет нагрузки подстанции
11. Выбор трансформаторов
12. Проверка выключателей по включающей способности.
13. Проверка выключателей и разъединителей на электродинамическую и термическую стойкость.
14. Условия выбора и проверка соответствия выключателей заданному классу точности.
15. Источники электроснабжения собственных нужд.
16. Собственные нужды ПС.
17. Характеристики собственных нужд подстанций.
18. Способы увеличения пропускной способности линий.
19. Компенсирующие устройства для защиты от перенапряжения
20. Распределительные устройства