

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»
(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ

Проректор

по учебной работе

_____ Э.Ю. Майкова

« _____ » _____ 20__ г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины части, формируемой участниками образовательных отношений
части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Электрические станции и подстанции»

Направление подготовки бакалавров – 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника.

Направленность (профиль) – Электроснабжение.

Типы задач профессиональной деятельности: эксплуатационный.

Форма обучения – очная и заочная.

Машиностроительный факультет

Кафедра электроснабжения

Тверь 20__

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки бакалавров в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: доцент кафедры ЭСиЭ

К.Б. Корнеев

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ТМ и М
«___» _____ 20___г., протокол № ____.

Заведующий кафедрой

А.Н. Макаров

Согласовано
Начальник учебно-методического
отдела УМУ

Д.А. Барчуков

Начальник отдела
комплектования
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова

1. Цели и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины «Электрические станции и подстанции» является получение знаний о структуре и составе схем главных электрических соединений электрических станций и подстанций.

Задачами дисциплины являются:

получение знаний по проектированию электрических схем генерирующих станций, сетевых и распределительных подстанций;

изучение технологических аспектов применяемого высоковольтного электрооборудования на электрических станциях и подстанциях;

формирование у студентов аналитического подхода к проектированию, основанного на принципах систематизации, сравнения, синтеза, абстракции и конкретизации, классификации, сравнения и обобщения.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений части Блока 1 «Дисциплины (модули)». Для изучения курса требуются знания дисциплин «Электроэнергетические системы и сети», «Общая энергетика», а также отдельные разделы дисциплин «Системы электроснабжения», «Электрические аппараты» и «Техника высоких напряжений».

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин, ориентированных на проектировочные, аналитические и экспертные виды заданий, связанных с системами электроснабжения, устройством схем главных электрических соединений электрических станций и подстанций, а также – при выполнении технологической части выпускной квалификационной работы (дипломного проекта).

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

ПК-1. Способность участвовать в поддержании эксплуатационных характеристик электроэнергетического оборудования подстанций

ПК-3. Способность участвовать в повышении эффективности производственно-хозяйственной деятельности на объектах энергетики

ПК-5. Способность контролировать эффективность работы систем технологического управления электрических сетей

Индикаторы компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП:

ИПК-1.1. Демонстрирует знания организации технической эксплуатации электрооборудования подстанций в системах электроснабжения

ИПК-3.1. Определяет виды и сложность производственных работ по техническому перевооружению и модернизации электрооборудования

ИПК-5.1. Осуществляет технико-экономическое сравнение вариантов построения электрических сетей

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

ИПК-1.1.

Знать:

3.1.1. Основные эксплуатационные характеристики электрооборудования электрических станций и подстанций.

Уметь:

У.1.1. Производить выбор и проверку электроэнергетического оборудования электрических станций и подстанций.

Иметь опыт практической подготовки (ПП1)

ИПК-3.1.

Знать:

3.3.1. Основные подходы к реконструкции и модернизации электрических схем станций и подстанций.

Уметь:

У.3.1. Определять этапы работ по реконструкции электрических станций и подстанций.

Иметь опыт практической подготовки (ПП3)

ИПК-5.1.

Знать:

3.5.1. Экономические аспекты расчёта капиталоемкости и эксплуатационных затрат возводимых и реконструируемых станций и подстанций.

Уметь:

У.5.1. Выполнять выбор из возможных вариантов схем наиболее надёжного и экономически эффективного.

Иметь опыт практической подготовки (ПП5).

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных занятий, практических работ, лабораторных занятий; выполнение курсового проекта.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы	
		7 семестр	8 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	7 (4+3)	144	108
Аудиторные занятия (всего)		60	52
В том числе:			
Лекции		30	26
Практические занятия (ПЗ)		15	не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		15	26

Самостоятельная работа обучающихся (всего)		48+36 (экз)	56
В том числе:			
Курсовая работа		не предусмотрена	не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен	36
Расчетно-графические работы		не предусмотрены	не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен	не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - выполнение практических заданий - подготовка к защите лабораторных работ		18 24	- 16
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		6+36 (экз)	4 (зачет)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		30	62
В том числе:			
Практические занятия (ПЗ)		15	не предусмотрены
Лабораторные работы (ЛР)		15	26
Курсовая работа		не предусмотрена	не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен	36

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы	
		7 семестр	8 семестр
Общая трудоемкость дисциплины	7 (4+3)	144	108
Аудиторные занятия (всего)		10	8
В том числе:			
Лекции		4	4
Практические занятия (ПЗ)		2	4
Лабораторные работы (ЛР)		4	не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		98+36 (экз)	100
В том числе:			
Курсовая работа		не предусмотрена	не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен	36
Расчетно-графические работы		не предусмотрены	не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен	не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - изучение теоретической части дисциплины; - выполнение практических заданий - подготовка к защите лабораторных работ		56 18 24	56 16 -
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз)	4 (зачет)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		6	44
В том числе:			
Практические занятия (ПЗ)		2	4
Лабораторные работы (ЛР)		4	4
Курсовая работа		не предусмотрена	не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен	36

5. Структура и содержание дисциплины

5.1. Структура дисциплины

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2а. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лек-ции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Высоковольтное электрическое оборудование станций и подстанций	82	20	8	8	28 + 18 (экз)
2	Нормативы проектирования схем главных электрических соединений	62	10	7	7	20 + 18 (экз)
3	Расчёт режимов электрических сетей в нормальном и аварийном режимах	84	16	-	26	12 + 28 (КП) + 2 (зачёт)
4	Технико-экономический анализ вариантов электрических схем и оборудования	24	10	-	-	4 + 8 (КП) + 2 (зачёт)
	Всего на дисциплину	252	56	15	41	64 + 36 (КП) + 36 (экз) + 4 (зач)

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 2б. Модули дисциплины, трудоемкость в часах и виды учебной работы

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Высоковольтное электрическое оборудование станций и подстанций	74	2	2	4	48 + 18 (экз)
2	Нормативы проектирования схем главных электрических соединений	51	1	-	-	32 + 18 (экз)
3	Расчёт режимов электрических сетей в нормальном и аварийном режимах	91	4	3	-	54 + 28 (КП) + 2 (зачёт)
4	Технико-экономический анализ вариантов электрических схем и оборудования	36	1	1	-	24 + 8 (КП) + 2 (зачёт)
	Всего на дисциплину	252	8	6	4	158 + 36 (КП) + 36 (экз) + 4 (зач)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Высоковольтное электрическое оборудование станций и подстанций»

Основные компоненты схем главных электрических соединений электрических станций и подстанций. Критерии выбора типа и исполнения электрооборудования электрических схем станций и подстанций. Электрические силовые трансформаторы. Электрические выключатели: масляный, элегазовый, воздушный, вакуумный. Разъединители. Выключатели нагрузки. Электрические реакторы. Ограничители перенапряжения. Трансформаторы тока и трансформаторы напряжения. Комплектное оборудование электрических станций. Шины высокого напряжения; типы ошиновки. Специализированное оборудование.

МОДУЛЬ 2 «Нормативы проектирования электрических схем энергопредприятий и потребителей»

Требования к проектированию, строительству, монтажу и устройству энергетических установок электрических станций и подстанций. Нормы технологического электростанций, подстанций, линий электропередачи и энергосистем. Правила техники безопасности (ПТБ, МПОТ), учитываемые при проектировании схем. Требования Федеральной сетевой компании (ФСК ЕЭС) к схемам главных электрических соединений. Выбор числа и мощности силовых трансформаторов на подстанции. Блочная и магистральная схемы компоновки. Принципы построения схем электрических соединений электростанций и подстанций. Назначение и особенности структурных и принципиальных главных схем электроустановок. Схемы распределительных устройств. Типовые группы схем, их характеристики, условия функционирования и область применения. Оперативные переключения в схемах РУ, учет фактора надежности. Главные схемы электроустановок. Схемы КЭС, ТЭЦ, АЭС, ГЭС, ГАЭС и подстанций.

МОДУЛЬ 3 «Расчёт режимов электрических сетей в нормальном и аварийном режимах»

Потоки мощности в высоковольтных электрических сетях. Транзитные, узловые и тупиковые подстанции. Схемы выдачи мощности на разных уровнях напряжения. Номинальные токи линий, трансформаторов, электрического оборудования. Выбор электрического оборудования по номинальным значениям токов. Методика расчёта токов короткого замыкания в высоковольтных электрических цепях. Проверка параметров электрооборудования по ударному и термическому воздействию электрического тока.

Технологические потери в сетях высокого напряжения. Нормативы постоянных и переменных потерь в сетях разных уровней напряжения.

МОДУЛЬ 4 «Технико-экономический анализ вариантов электрических схем и оборудования»

Основные технико-экономические показатели работы электрических станций и подстанций: количество отпущенной электроэнергии; рабочая электрическая мощность и показатели эффективности использования установленной мощности электростанции и энергосистемы; аварийность, наработка на отказ; расход электроэнергии на собственные нужды (СН) электростанций, отнесенный к выработке электроэнергии; технологический расход электроэнергии на ее транспорт в электрических сетях; перетоки электроэнергии между энергосистемами. Технико-экономическое сравнение вариантов.

5.3. Лабораторные работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: изучение устройства и принципа работы высоковольтного коммутирующего оборудования.	1. Электрические выключатели	6
	2. Приводы электрических выключателей	6
Модуль 2 Цель: знакомство с методами синтеза электрических схем в специализированном программном обеспечении.	Изучение ПО «Модус» и EnergyCS 3 (в пределах полнофункциональных демоверсий)	3
Модуль 3 Цель: расчёт нормального и аварийного режимов электрических схем подстанций	Изучение ПО «RTP 3» (в пределах полнофункциональной демоверсии)	8
Модуль 3 Цель: исследование оперативных переключений в электрических сетях	Оперативные переключения при выводе в ремонт кабельной линии	18

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 1 Цель: изучение устройства и принципа работы высоковольтного коммутирующего оборудования.	1. Электрические выключатели	2
	2. Приводы электрических выключателей	2

5.4. Практические работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а. Практические задания и их трудоемкость

№	Модули. Цели семинара	Примерная тематика практического занятия	Трудоёмк. в часах
1	Модуль 1 Цель: Высоковольтное электрическое оборудование станций и подстанций.	Подходы к выбору электрических аппаратов электрических станций	1
		Выбор трансформаторов по ГОСТ 14209.	4
2	Модуль 2 Цель: Нормативы проектирования схем главных электрических соединений	ГОСТы, Правила, СанПиНы, стандарты МЭК, IEEE	2
		Отраслевые стандарты проектирования	1
3	Модуль 3 Цель: Расчёт режимов электрических сетей в нормальном и аварийном режимах	Расчёт номинальных токов силовых цепей подстанции	2
		Расчёт токов короткого замыкания по ГОСТ 52735-2007	3
	Модуль 4 Цель: Техно-экономический анализ вариантов электрических схем и оборудования	Методы технико-экономической оценки стоимости строительства подстанции	2

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4б. Практические задания и их трудоемкость

№	Модули. Цели семинара	Примерная тематика практического занятия	Трудоёмк. в часах
1	Модуль 1 Цель: Высоковольтное электрическое оборудование станций и подстанций.	Подходы к выбору электрических аппаратов электрических станций	–
		Выбор трансформаторов по ГОСТ 14209.	1
2	Модуль 2 Цель: Нормативы проектирования схем главных электрических соединений	ГОСТы, Правила, СанПиНы, стандарты МЭК, IEEE	–
		Отраслевые стандарты проектирования	1
3	Модуль 3 Цель: Расчёт режимов электрических сетей в нормальном и аварийном режимах	Расчёт номинальных токов силовых цепей подстанции	1
		Расчёт токов короткого замыкания по ГОСТ 52735-2007	2
	Модуль 4 Цель: Техно-экономический анализ вариантов электрических схем и оборудования	Методы технико-экономической оценки стоимости строительства подстанции	1

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы

Формирование способностей к самостоятельному познанию и обучению, поиску литературы, обобщению, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений,

аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий.

6.2. Организация и содержание самостоятельной работы

Самостоятельная работа заключается в изучении отдельных тем курса по заданию преподавателя по рекомендуемой им учебной литературе, в подготовке к лабораторным и практическим работам, к текущему контролю успеваемости, в выполнении курсовой работы и подготовке к экзамену.

После изучения половины курса, после определения проблематики и практической значимости, студентам выдается задание на курсовой проект. Варианты исходных данных распределяются студентами академической группы самостоятельно. Курсовой проект по общему заданию с различными вариантами, определяемыми по порядку следования студентов в группе. Работа оформляется в виде пояснительной записки к курсовому проекту на листах формата А4 в рукописном или компьютерном виде, а также – листа графического представления разработанной схемы главных электрических соединений выбранной подстанции на листе формата А1. Возможно выполнение дополнительного листа графического материала с планом и разрезом подстанции или распределительного устройства. Максимальная оценка за выполненную работу – 5 баллов. Курсовой проект выполняется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсового проекта, разработанными на кафедре ЭСиЭ.

В рамках дисциплины выполняется 5 лабораторных работ по очной форме обучения и 2 лабораторные работы по заочной форме обучения, которые защищаются посредством тестирования или устным опросом (по желанию обучающегося). Максимальная оценка за каждую выполненную лабораторную работу – 5 баллов, минимальная – 3 балла.

Выполнение всех лабораторных работ обязательно. Выполнение всех лабораторных работ обязательно. В случае невыполнения лабораторной работы по уважительной причине студент имеет право выполнить работу самостоятельно с представлением преподавателю результатов выполнения работы в бумажном виде (распечатка результатов расчётов и/или схемы главных электрических соединений)..

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Герасименко, А.А. Передача и распределение электрической энергии : учеб. пособие / А.А. Герасименко, В.Т. Федин. - Ростов н/Д ; Красноярск : Феникс : Издательские проекты, 2008. - 717 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр. : с. 667 - 671. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-222-13221-0 : 297 р. - (ID=67500-19)
2. Ополева, Г.Н. Схемы и подстанции электроснабжения : справочник / Г.Н. Ополева. - М. : Форум : Инфра-М, 2008. - 479 с. : ил. - (Высшее образование). -

Библиогр. : с. 473. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-8199-0254-7 (Форум) : 199 р. - (ID=68464-31)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Гук, Ю.Б. Проектирование электрической части станций и подстанций : учеб. пособие для студентов вузов по спец. "Электр. станции" / Ю.Б. Гук, В.В. Кантан, С.С. Петрова. - Л. : Энергоатомиздат, 1985. - 312 с. : ил. - Библиогр. : с. 305 - 307. - Текст : непосредственный. - 1 р. 10 к. - (ID=23145-42)
2. Неклепаев, Б.Н. Электрическая часть электростанций и подстанций : справ. материалы для курсового и дипломного проектир. : учеб. пособие для вузов по спец. "Электр. станции" / Б.Н. Неклепаев, И.П. Крючков. - 4-е изд. ; доп. и перераб. - М. : Энергоатомиздат, 1989. - 607 с. : ил. - Библиогр. : с. 604 - 605. - Текст : непосредственный. - ISBN 5-283-01086-4 : 1 р. 70 к. - (ID=79473-26)
3. Электрическая часть тепловых электрических станций : учебник / М.А. Купарев [и др.]. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. - (Учебники НГТУ). - ЭБС IPR BOOKS. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7782-4042-1. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/98683.html>. - (ID=138304-0)
4. Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей. - Москва : Энергия, 2013. - ЭБС IPR BOOKS. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-98908-104-2. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/22732.html>. - (ID=144811-0)
5. Рекомендации по применению типовых принципиальных электрических схем распределительных устройств подстанций 35–750 кВ : стандарт организации : СТО 56947007-29.240.30.047-2010 : дата введения 16.06.2010. - [Б. м.] : ОАО «ФСК ЕЭС», 2010. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/56947007-29.240.30.010-2008.pdf>. - (ID=145431-0)
6. Схемы принципиальные электрические распределительных устройств подстанций 35-750 КВ. Типовые решения : СТО 56947007-29.240.30.010-2008 : стандарт организации : дата введения 2007-12-20. - [Б. м.] : ОАО «ФСК ЕЭС», 2007. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL: <https://www.fsk-ees.ru/upload/docs/56947007-29.240.30.010-2008.pdf>. - (ID=145430-0)
7. Сташкевич, А. С. Электрические станции и подстанции : учебное пособие / А. С. Сташкевич. — Оренбург : ОГУ, 2018. — 108 с. — ISBN 978-5-7410-2223-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/159874>. - (ID=145439-0)
8. Мясоедов, Ю. В. Электрические станции и подстанции : учебное пособие / Ю. В. Мясоедов, Н. В. Савина, А. Г. Ротачева. — Благовещенск : АмГУ, 2013. — 201 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/156454>. - (ID=145440-0)
9. Прасол, Д. А. Электрические станции и подстанции: конспект лекций : учебное пособие / Д. А. Прасол. — Белгород : БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. — 114 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/177603>. - (ID=145441-0)

Периодические издания

1. Электрические станции : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 864-00. - URL: <http://elst.energy-journals.ru/>. - URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=8290. - (ID=77913-127)
2. Электротехника : журнал. - Москва : Знак, 1964 -. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 583-00. - URL: https://www.elibrary.ru/title_about.asp?id=8295. - (ID=77916-36)
3. Электричество : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 585-00. - URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=9289. - (ID=77922-36)

7.3. Методические материалы

Методические указания к лабораторным работам:

1. Электропитающие системы и электрические сети : метод. указ. к лаб. работам для студ. спец. ЭС-100400 "Электроснабжение" / сост.: О.Ф. Мотылев, К.Б. Корнеев ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2005. - 30 с. - Библиогр. : с. 30. - Текст : непосредственный. - 20 р. - (ID=62052-122)
2. Кисель, Ю. Е. Электрические станции и подстанции : методические указания к лабораторным работам для студентов очного и заочного обучения направления подготовки 13.03.02 – Электроэнергетика и электротехника / Ю. Е. Кисель. — Брянск : Брянский ГАУ, 2019. — 95 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/171994>. - (ID=145438-0)

Методические указания по курсовому проекту:

1. Электрические станции и подстанции: метод. указания к курсовому проектированию для студентов направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" всех форм обучения / сост. К.Б. Корнеев ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2015. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/106553>. - (ID=106553-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензии № ICM-176609 и № ICM-176613 (Azure Dev Tools for Teaching)

Microsoft Office 2007 Russian Academic: OPEN No Level: лицензия № 41902814.

7.5. Специализированные базы данных, справочные системы, электронно-библиотечные системы, профессиональные порталы в Интернет

1. Ресурсы: <https://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <https://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <https://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <https://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <https://elibrary.ru/>
8. Информационная система "ТЕХНОРМАТИВ". Конфигурация "МАКСИМУМ" : сетевая версия (годовое обновление) : [нормативно-технические, нормативно-правовые и руководящие документы (ГОСТы, РД, СНиПы и др.). Диск 1, 2, 3, 4. - М. : Технорматив, 2014. - (Документация для профессионалов). - CD. - Текст : электронный. - 119600 p. – (105501-1)
9. База данных учебно-методических комплексов: <https://lib.tstu.tver.ru/header/umk.html>

УМК размещен:

<https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111948>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Электрические станции и подстанции» используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы.

Возможна демонстрация лекционного материала с помощью оверхед-проектора (кодоскопа) и мультимедийного проектора, соединяемого с компьютером.

Выполнение лабораторных работ на компьютере требует применение вычислительной техники на базе компьютерных классов. Программное обеспечение (актуальные демонстрационные версии) по согласованию с администратором учебного класса скачиваются с сайтов компаний-производителей (www.swman.ru и www.csoft.ru/catalog/soft/energycs/) и устанавливаются. Лабораторные работы проводятся в компьютерных классах ТвГТУ.

Для ознакомления с практическим применением внедрённых комплексов на базе специализированного программного обеспечения возможно проведение выездных экскурсий на энергопредприятия города Твери и Тверской области – МУП «Тверьгорэлектро», филиал «МРСК Центра» - «Тверьэнерго» и филиал ОАО «ФСК ЕЭС» – Валдайское предприятие магистральных электрических сетей.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации в форме экзамена – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

2. Критерии оценки за экзамен:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

отсутствие умения – 0 балл;

наличие умения – 2 балла.

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

3. Вид экзамена – письменный экзамен.

4. Экзаменационный билет соответствует форме, утвержденной Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих федеральным государственным образовательным стандартам высшего образования с учетом профессиональных стандартов. Типовой образец экзаменационного билета приведен в Приложении. Обучающемуся даётся право выбора заданий из числа, содержащихся в билете, принимая во внимание оценку, на которую он претендует.

Число экзаменационных билетов – 30. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3.

Продолжительность экзамена – 90 минут.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Структурные элементы электрических цепей. Понятия: энергосистема, электрическая станция, подстанция, распределительный пункт.
2. Отключение электрических цепей переменного тока. Функция и типы выключателей.
3. Масляные выключатели с большим объемом масла. Назначение, устройство, принцип действия. Камеры продольного и поперечного дугтя.
4. Масляные выключатели с малым объемом масла. Назначение, устройство, принцип работы.
5. Воздушные выключатели. Область применения, устройство и принцип действия. Недостатки
6. Вакуумные выключатели. Область применения. Гашение дуги в вакууме. Контакты.
7. Элегазовые выключатели. Перспективы применения. Устройство, принцип действия. Достоинства и недостатки.
8. Автогазовые выключатели нагрузки. Область применения, устройство и принцип работы.
9. Особенности гашения дуги постоянного тока. Электромагнитные выключатели. Устройство.

10. Разъединители. Назначение, область применения, устройство принцип действия. Разъединители внутренних и наружных установок. Выбор и проверка.
11. Предохранители высокого напряжения. Устройство, принцип действия. Область применения
12. Нормирование отключающей способности аппаратов. Методика выбора оборудования высокого напряжения.
13. Определение расчетного отключаемого тока. Выбор точек расчета токов короткого замыкания.
14. Реакторы. Устройство, назначение и основные параметры. Вольт-амперная характеристика.
15. Сдвоенный реактор. Индуктивное сопротивление при различных режимах работы реактора. Схема замещения сдвоенного реактора.
16. Ограничители перенапряжения высокого напряжения. Назначение, типы, принцип действия. Место установки.
17. Классификация приводов выключателей высокого напряжения. Достоинства и недостатки. Требования к приводам ВН.
18. Нагрузочная способность силовых трансформаторов. Нагрев и охлаждение. Пределы.
19. Выбор числа и мощности трансформаторов на подстанциях. Методика по ГОСТ-14209 (МЭК).
20. Требования, предъявляемые к схемам главных электрических соединений подстанций и электростанций. Классификация распределительных устройств. Факторы, влияющие на их выбор.
21. Одиночная система шин на подстанциях. Секционирование ручное и автоматическое. Достоинства и недостатки.
22. Двойная система шин с одним выключателем на отходящей линии. Достоинства и недостатки оперативного управления.
23. Схема распределительных устройств с двойной системой шин и обходным устройством.
24. Схемы с малым числом выключателей. Схемы РУ типа многоугольников и с большим числом выключателей на линию. Достоинства и недостатки.
25. Мостиковые схемы. Влияние графика суточных нагрузок на положение выключателя.
26. Расчет и выбор сечения шин. Электродинамическая и механическая устойчивость шин.
27. Собственные нужды обслуживаемых и необслуживаемых подстанций. Состав собственных нужд. Схемы подключения трансформаторов собственных нужд.
28. Комплектные распределительные устройства. Целесообразность применения. Компоновка шкафов, фиксация положения, блокировки. Ячейки КСО, КРУ, КРУН.
29. Комплектные трансформаторные подстанции. Комплектация, диапазон применения.
30. Конструкция открытых распределительных устройств напряжением 35-330 кВ.
31. Молниезащита на станциях и подстанциях. Расчетные параметры. Устройство.

32. Расчет заземляющих устройств на станциях и подстанциях. Способы прокладки.
33. Оперативные переключения в сетях высоких напряжений. Составление бланка оперативных переключений. Дистанционное управление выключателями и разъединителями.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, ГОСТами, СТО.

Разрешается использование инженерного калькулятора для выполнения расчётов. При желании студента покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов на экзаменационные вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках содержания экзаменационного билета, выданного студенту.

Иные нормы, регламентирующие процедуру проведения экзамена, представлены в Положении о текущем контроле успеваемости и промежуточной аттестации студентов.

9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме зачета

1. Шкала оценивания промежуточной аттестации – «зачтено», «не зачтено».
2. Вид промежуточной аттестации в форме зачета.

Вид промежуточной аттестации устанавливается преподавателем: по результатам текущего контроля знаний и умений, обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий: посещение лекций в объеме не менее 80% контактной работы с преподавателем, выполнения и защиты лабораторных работ (для очной формы обучения) или выполнения практических работ (для заочной формы обучения).

3. Для дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке предоставляется:

база заданий, предназначенных для предъявления обучающемуся на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания в форме теста приведен в Приложении 2), задание выполняется письменно или при помощи дистанционных методов проверки знаний – онлайн-тестирования (в настоящее время онлайн-тест доступен по адресу <https://onlinetestpad.com/t/ESiPS4students-online>);

методические материалы, определяющие процедуру проведения дополнительного итогового испытания и проставления зачёта.

При прохождении теста не допускается использование справочных данных, нормативно-правовых актов, в том числе ГОСТов, методических указаний по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Использование технических устройств за исключением того, которое используется для прохождения теста (в случае онлайн-тестирования) не допускается. Продолжительность прохождения теста составляет 15 минут.

Преподаватель имеет право после проверки письменных ответов вопросы задавать студенту в устной форме уточняющие вопросы в рамках задания, выданного студенту.

Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Электрические станции. Расшифровка аббревиатур, назначение, основные функции.
2. Функции и типы выключателей.
3. Конструкция масляных выключателей с большим объемом масла.
4. Конструкция масляных выключателей с малым объемом масла.
5. Конструкция воздушных выключателей.
6. Вакуумные выключатели. Назначение. Способ гашение дуги.
7. Элегазовые выключатели. Устройство, принцип действия.
8. Автогазовые выключатели нагрузки. Устройство и принцип работы.
9. Разъединители. Устройство, принцип действия.
10. Предохранители высокого напряжения.
11. Ограничители перенапряжения высокого напряжения.
12. Привода выключателей высокого напряжения.
13. Электрические схемы из СТО 56947007-29.240.30.010-2008. Умение опознавания схем.
14. Мостиковые схемы. Влияние графика суточных нагрузок на положение выключателя.
15. Собственные нужды обслуживаемых и необслуживаемых подстанций.

В каждом билете теста представлено 5 вопросов по критерию «знать» и пять – по критерию «уметь».

Критерии выполнения дополнительного контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового - 0 балл.

Базовый уровень – 1 балл.

Критерии оценки и ее значение для категории «уметь» (бинарный критерий):

Отсутствие умения – 0 балл.

Наличие умения – 1 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» – при сумме баллов по каждой категории больше или равное 3;

«не зачтено» – при сумме баллов по каждой категории меньше 3.

Число вопросов в тесте для дополнительного итогового контрольного испытания - 10. Количество билетов с тестовыми заданиями – 15 вариантов. При онлайн-тестировании вопросы подбираются динамически из базы в 150 вопросов.

Номера и последовательность вопросов и вариантов ответов в тесте перемешиваются.

Продолжительность – 15 минут.

При промежуточной аттестации без выполнения дополнительного итогового контрольного испытания студенту в обязательном порядке описываются критерии проставления зачёта:

«зачтено» - выставляется обучающемуся при условии выполнения им всех контрольных мероприятий:

выполнение курсового проекта,

очная защита курсового проекта на практических занятиях.

9.3. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсового проекта

Шкала оценивания курсового проекта – «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».

Наименование курсового проекта унифицировано – «Расчет и выбор электрооборудования районной подстанции напряжением 35-110 кВ (по вариантам)».

Каждому обучающемуся выдаётся индивидуальное задание с мощностями присоединённой нагрузки и протяжённостью линий, определяющих выбор схемы и применяемых уровней напряжения.

Курсовой проект может являться этапом подготовки к написанию ВКР.

Критерии оценки качества выполнения, как по отдельным разделам курсового проекта, так и работы в целом.

Разделы расчетно-пояснительной записки курсового проекта и лист графического материала по дисциплине «Электрические станции и подстанции»

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Введение	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Определение расчётной нагрузки подстанции	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
3	Выбор количества и типа трансформаторов. Расчёт требуемой мощности выбранных трансформаторов	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
4	Разработка главной схемы соединений и схемы электроснабжения собственных нужд	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Расчёт токов короткого замыкания	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
6	Выбор оборудования распределительного устройства	Выше базового – 2 Базовый – 1

		Ниже базового – 0
7	Выводы	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
8	Библиографический список	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
9	Чертёж схемы главных электрических соединений разработанной подстанции	Выше базового– 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсовую работу:

«отлично» – при сумме баллов от 16 до 18;

«хорошо» – при сумме баллов от 13 до 15;

«удовлетворительно» – при сумме баллов от 10 до 12;

«неудовлетворительно» – при сумме баллов менее 10, а также при любой другой сумме, если по разделу 4. «Разработка главной схемы соединений и схемы электроснабжения собственных нужд», по разделу 5. «Расчёт токов короткого замыкания» или по разделу 9 «Чертёж схемы главных электрических соединений разработанной подстанции» работа имеет 0 баллов.

5. Методические материалы, определяющие процедуру выполнения и представления работы и технологию её оценивания.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа. В этом документе приведены также основные справочные сведения.

Дополнительные процедурные сведения:

а) требования к срокам выполнения этапов проекта и представления её окончательного варианта руководителю содержатся в методических указаниях;

б) проверку и оценку проекта осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки проекта и его оценку. Оценка проставляется в зачётную книжку обучающегося и ведомость для курсовых проектов. Если обучающийся не согласен с оценкой руководителя, проводится защита проекта перед комиссией, которую назначает заведующий кафедрой;

в) проект не подлежит обязательному рецензированию.

В процессе выполнения обучающимся курсового проекта руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Общий объём пояснительной записки к курсовому проекту составляет от 25 до 35 страниц машинописного или рукописного текста формата А4. Графическая часть проекта – один или два листа формата А1.

Защита курсового проекта проводится в течение двух последних недель семестра и выполняется в форме устной защиты в виде доклада на 5-7 минут с последующим ответом на поставленные вопросы, в ходе которых выясняется глубина знаний студента и самостоятельность выполнения работы.

В процессе выполнения обучающимся курсовой работы руководитель осуществляет систематическое консультирование.

Курсовой проект не подлежит обязательному внешнему рецензированию. Рецензия руководителя обязательна и оформляется в виде отдельного документа или на титульном листе работы.

Курсовые проекты хранятся на кафедре в течение одного года.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты очной формы обучения перед началом изучения дисциплины ознакомлены с возможностью получения экзаменационной оценки по результатам текущей успеваемости, с формами защиты выполненных лабораторных работ, а также планом выполнения курсовой работы.

Задание студентам очной формы обучения на курсовой проект выдается на 1...2 неделе 8 семестра, заочной формы обучения – на зимней сессии.

В учебном процесс рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой в расписании каждого преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечены электронными учебниками, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению лабораторных работ, к выполнению курсовой работы, а также всех видов самостоятельной работы.

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Кафедра ежегодно обновляет содержание рабочих программ дисциплин, которые оформляются протоколами заседаний дисциплин, форма которых утверждена Положением о рабочих программах дисциплин, соответствующих ФГОС ВО.

Приложение

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника
Профиль – электроснабжение

Кафедра электроснабжения и электротехники

Дисциплина «Электрические станции и подстанции»

Семестр 7

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:

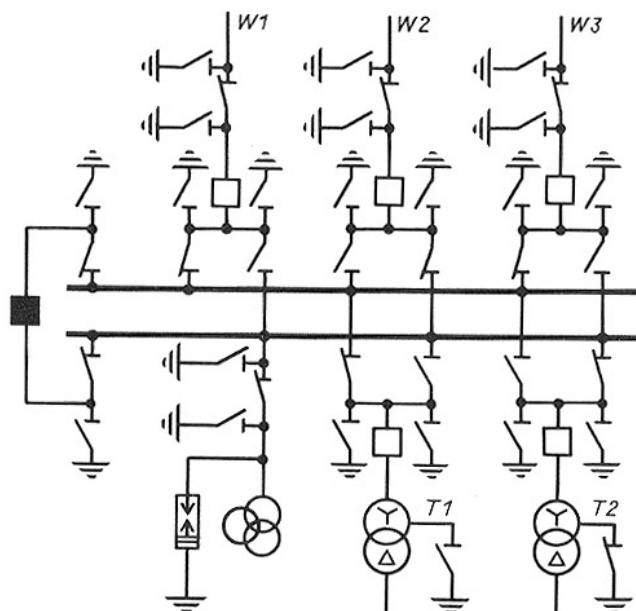
Требования, предъявляемые к схемам главных электрических соединений подстанций и электростанций. Классификация распределительных устройств. Факторы, влияющие на их выбор.

2. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 балл:

Структурные элементы электрических цепей. Понятия: энергосистема, электрическая станция, подстанция, распределительный пункт.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 2 балла:

Выбрать по справочнику оборудование, если мощность, поступающая по каждой линии W1-W3 напряжением 110 кВ равна 4,2 МВт ($\cos\varphi=0,95$). Ток короткого замыкания на шинах и линиях принять равным 5,9 кА.



Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5; «хорошо» - при сумме баллов 4; «удовлетворительно» - при сумме баллов 3; «неудовлетворительно» - при сумме баллов 0, 1 или 2.

Заведующий кафедрой ЭСиЭ, профессор

_____ А.Н. Макаров

Составитель: доцент кафедры ЭСиЭ

_____ К.Б. Корнеев

