

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
Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Электроэнергетические системы и сети»

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 и электротехники»

Тверь 20__

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

Разработчик программы:

Старший преподаватель кафедры ЭС и Э Л.С. Араратьян

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭС и Э
« ____ » _____ 201__ 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 «Электроэнергетические системы и сети» формирование знаний о физике процессов, протекающих в электроэнергетических системах и сетях при передаче и распределении электроэнергии, о законах построения электроэнергетических систем (ЭЭС) и управления их режимами, об обеспечении качества, надежности и экономичности электроснабжения потребителей.

Задачами дисциплины являются:

систематизация подхода к проектированию районных электрических сетей по критериям надёжности, экономичности, управляемости;

овладение методами проектирования и основами расчета установившихся режимов электроэнергетических систем и сетей:

ознакомление с методами энергосбережения в электроэнергетических системах и методами регулирования частоты и напряжения.

2. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина относится к дисциплинам части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Для изучения курса требуются знания дисциплин «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Электрические машины», «Общая энергетика» и др.

Приобретенные знания в рамках данной дисциплины, которая является профилирующей, необходимы в дальнейшем при изучении дисциплин: «Электрические станции и подстанции», «Электроснабжение», «Энергосбережение», «Эксплуатация систем электроснабжения» и др.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1 Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенция, закрепленная за дисциплиной в ОХОП:

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 компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

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

ИПК-3.2. Демонстрирует знания по эффективному потреблению ресурсов на объектах энергетики и у потребителей энергоресурсов.

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

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

ИПК-3.1.

Знать:

3.1. Принципы передачи и распределения электроэнергии.

3.2. Основы конфигурации сетей, конструктивного выполнения воздушных и кабельных линий электропередачи.

Уметь:

У1. Определять параметры схемы замещения элементов электрических сетей.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП 1. Расчётов схемы замещения элементов электрических систем и сетей.

ИПК-3.2.

Знать:

3.1.Общий алгоритм проектирования электрических сетей, алгоритм выбора номинальных напряжений.

Уметь:

У1. Рассчитывать установившиеся режимы электрических сетей.

У2. Работать с нормативно-техническими документами и справочной литературой.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП 1. Расчёта режимов электрических сетей.

ИПК-5.1.

Знать:

31.Методы оценки проектируемых сетей по критериям надёжности, экономичности.

Уметь:

У1. Представлять и защищать результаты выполненной работы.

Иметь опыт практической подготовки:

ПП 1. Проектирования систем и сетей, оценивая, проектируемые объекты, по критериям надёжности и экономичности, защищая результаты выполненной работы.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Проведение лекционных, лабораторных и практических занятий; выполнение курсовой работы.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы
(6 семестр)

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		48+36 (экз)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены

Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям и к защите лабораторных работ		28 + 20
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		36 (экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		30
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

Таблица 1а. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы (7семестр)

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		60
В том числе:		
Лекции		30
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		48
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		34
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы: - подготовка к практическим занятиям и к защите лабораторных работ		6 + 4
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачёт)		4
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		64
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		34

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы (5 семестр)

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	4	144

Аудиторные занятия (всего)		10
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия (ПЗ)		6
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		125
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		25
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- изучение теоретической части дисциплины;		90
- подготовка к практическим занятиям		10
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен)		9 (экз)
Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		6
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		6
Лабораторные работы (ЛР)		не предусмотрены
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен

Таблица 1б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы (7 семестр)

Вид учебной работы	Зачетные единицы	Академические часы
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		8
В том числе:		
Лекции		4
Практические занятия (ПЗ)		2
Лабораторные работы (ЛР)		2
Самостоятельная работа обучающихся (всего)		96
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		70
Расчетно-графические работы		не предусмотрен
Реферат		не предусмотрен
Другие виды самостоятельной работы:		
- изучение теоретической части дисциплины;		18
- подготовка к защите лабораторных работ и практическим занятиям		2 + 2
Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачёт)		4 (зач.)

Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего)		74
В том числе:		
Практические занятия (ПЗ)		2
Лабораторные работы (ЛР)		2
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		70

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	Лекции	Практич. занятия	Лаб. практикум	Сам. работа
1	Конструктивное выполнение, модели, параметры и характеристики элементов ЭЭС и С	55	12	7	-	20+ 16 (экз)
2	Анализ режимов схем электрических сетей. Рабочие режимы электрических систем и сетей	89	18	8	15	28+ 20 (экз)
3	Элементы проектирования электрических систем и сетей	59	14	8	9	28
4	Баланс мощности, регулирование напряжения и частоты в ЭЭС и С	49	16	7	6	20
Всего на дисциплину		252	60	30	30	96+ 36 (экз)

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	Конструктивное выполнение, модели, параметры и характеристики элементов ЭЭС и С	57	2	2	-	50+ 3 (экз)
2	Анализ режимов схем электрических сетей. Рабочие режимы	87	2	4	-	75+ 6 (экз)

	электрических систем и сетей					
3	Элементы проектирования электрических систем и сетей	54	2	2	-	48+ 2 (зач)
4	Баланс мощности, регулирование напряжения и частоты в ЭЭС и С	54	2	-	2	48+ 2(зач)
Всего на дисциплину		252	8	8	2	221+4(зач) 9 (экз)

5.2. Содержание дисциплины

МОДУЛЬ 1 «Конструктивное выполнение, модели, параметры и характеристики элементов ЭЭС и С»

Состав электроэнергетических систем. Назначение электрических сетей в энергосетях и их классификация. Общая характеристика воздушных и кабельных линий, их основных конструктивных элементов и условий работы. Теория передачи электроэнергии по электрическим сетям. Линии электропередач сверхвысокого напряжения, общая характеристика и электрический расчет. Уравнения зависимости напряжения и передаваемой мощности от длины линии. Схемы замещения воздушных и кабельных линий. Назначение понижающих и преобразовательных подстанций. Схемы главных электрических соединений подстанций. Выбор типа, количества и мощности силовых трансформаторов на подстанции. Схемы замещения трансформаторов и автотрансформаторов. Потери мощности и напряжения в линиях электропередачи, в трансформаторах и автотрансформаторах.

МОДУЛЬ 2 «Анализ режимов схем электрических сетей. Рабочие режимы электрических систем и сетей»

Потребители электрической энергии и расчетные нагрузки элементов электрических сетей. Представление нагрузок и источников в расчетных схемах. Режимы электрических сетей. Расчеты режимов разомкнутых и простейших замкнутых электрических сетей. Расчет сети с разными номинальными напряжениями. Расчет установившихся режимов сложных электрических сетей с применением методов матричной алгебры. Управляемые системы передачи переменного тока.

МОДУЛЬ 3 «Элементы проектирования электрических систем и сетей».

Технико-экономические основы проектирования электрических сетей. Определение потерь мощности и электроэнергии в сети их стоимость. Полные и приведённые затраты. Задачи оптимизации построения сети. Методика выбора сечений по экономической плотности тока, по экономическим интервалам. Проверка сечения проводов и кабелей по допустимому нагреву, по допустимой потере напряжения, на механическую прочность и корону. Регулирование режимов в энергетических системах и электрических сетях. Составление баланса

активной и реактивной мощности в электрических системах. Способы повышения пропускной способности линий электропередач. Технологии Гибких систем (FACTS).

МОДУЛЬ4 «Баланс мощности, регулирование напряжения и частоты в ЭЭС и С».

Связь баланса активной и реактивной мощности с характеристиками качества электроэнергии. Основные методы регулирования частоты и напряжения в системах. Оптимизация режимов электрических систем и сетей. Задачи оптимизации режимов электрических систем. Источники и потребители реактивной мощности. Выбор мощности компенсирующих устройств и их экономически целесообразное размещение в электрических системах. Применение оптимизации и системного подхода при компенсации реактивной мощности. Методы расчета потерь электроэнергии. Мероприятия по уменьшению потерь мощности и электроэнергии. Показатели качества электроэнергии и их нормирование по ГОСТ. Контроль и анализ качества электроэнергии. Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии.

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: Освоение конструкций, моделей, параметров и характеристик элементов ЭЭС и С	5.Определение места и вида повреждений на воздушных и кабельных линиях импульсным методом	6
	6.Принципы физического моделирования электрических сетей	2
Модуль2 Освоение способов регулирования напряжения в радиальных сетях.	1.Исследование способов регулирования напряжения в радиальной сети	7
Модуль3 Цель: Режимы работы замкнутых сетей.	3.Исследование режимов работы линии с двухсторонним питанием	6
	4.Исследование режимов работы в кольцевой сети	4
Модуль 4 Цель: Знакомство с режимами работы	2.Исследование параметров режима работы ЛЭП	5

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3б. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
---	--	---------------------------------

Модуль 1	не предусмотрены	
Модуль 2	не предусмотрены	
Модуль3 Цель: Режимы работы замкнутых сетей.	3.Исследование режимов работы линии с двухсторонним питанием	1
Модуль 4 Цель: Знакомство с режимами работы ЛЭП.	1.Исследование параметров режима работы ЛЭП	1

5.4. Практические работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4а. Практические занятия и их трудоемкость

№	Модули. Цели семинара	Примерная тематика практического занятия	Трудоёмк. в часах
1 2	Модуль 1 Цель: Анализ режимов схем электрических сетей. Модуль 2 Цель: Рабочие режимы ЭЭС и С.	Составление схем замещения линий электропередач, определение параметров схем замещения	2
		Составление схем замещения трансформаторов, автотрансформаторов и определение параметров схем замещения	2
		Применение методов расчета параметров режима простейших радиальных сетях	2
		Применение методов расчета линий с двухсторонним питанием	4
		Применение методов расчета линий с двухсторонним питанием с разными напряжениями	2
	Применение методов расчета замкнутых сетей	3	
3	Модуль3 Цель: проектирования электрических систем и сетей.	Выбор сечения проводов для двухцепных ВЛ районных электрических сетях	2
		Способы регулирования напряжения в электрических сетях. Определение номера ответвлений РПН трансформатора.	2
		Выбор типа, мощности и определение места установки компенсирующих	1

		устройств	
	Модуль 4 Цель: Баланс мощности и регулирование напряжения и частоты в ЭЭС и С	Выбор оптимального варианта электрической сети на основе технико-экономических расчетов. Составление баланса активной и реактивной мощностей в электрических сетях. Определение годовых потерь электроэнергии в районных электрических сетях	2 4 4

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 4б. Практические занятия и их трудоемкость

№	Модули. Цели семинара	Примерная тематика практического занятия	Трудоёмк. в часах
1	Модуль 1 Цель: Анализ режимов схем электрических сетей. Рабочие режимы ЭЭС и С.	Составление схем замещения линий электропередач, трансформаторов, автотрансформаторов и определение параметров схем замещения	1
		Применение методов расчета параметров режима простейших радиальных сетей	1
		Применение методов расчета замкнутых сетей и линий с двухсторонним питанием	2
2	Модуль 2 Цель: Проектирование ЭЭС и С. Баланс мощности и регулирование напряжения и частоты в ЭЭС и С.	Выбор сечения проводов для двухцепных ВЛ районных электрических сетях	1
		Способы регулирования напряжения в электрических сетях. Определение номера ответвлений РПН трансформатора.	1
3		не предусмотрены	
4		не предусмотрены	

--	--	--	--

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 работам, к текущему контролю успеваемости, к экзамену, к зачету, в выполнении курсового проекта.

После вводных лекций, в которых обозначается содержание дисциплины, ее проблематика и практическая значимость, студентам выдается задание на курсовой проект. Курсовой проект выполняется в соответствии с методическими указаниями по выполнению курсового проекта, разработанными на кафедре ЭС и Э.

В рамках дисциплины выполняется 6 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. 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. Лыкин, А.В. Электрические системы и сети : учебное пособие для вузов по направлению 140200 "Электроэнергетика" / А.В. Лыкин. - Москва : Логос, 2007. - 253 с. : ил. - (Новая Университетская Библиотека). - Библиогр. : с. 251 -

253. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-98704-055-8 : 198 p. - (ID=66124-73)
3. Лыкин, А. В. Электроэнергетические системы и сети : учебник для вузов / А. В. Лыкин. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 360 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-04321-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489940> . - (ID=145155-0)
4. Поспелов, Г.Е. Электрические системы и сети : учебник для энерг. спец. вузов / Г.Е. Поспелов, В.Т. Федин, П.В. Лычев. - Москва : Технопринт, 2004. - 710 с. - Библиогр. : с. 697 - 699. - Текст : непосредственный. - ISBN 985-464-352-2 : 266 p. - (ID=22384-104)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. 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 p. - (ID=68464-31)
2. Правила устройства электроустановок : все действующие разд. шестого и седьмого изд. с изм. и доп. по состоянию на 1 июля 2010 года. - М. : КноРус, 2010. - 487, [1] с. : ил., карт. + 1 электрон. опт. диск (CD-ROM). - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-406-01161-4 : 270 p. - (ID=83736-28)
3. Электроэнергетические системы в примерах и иллюстрациях : учеб. пособие для электроэнергетических спец. вузов / Ю.Н. Астахов [и др.]; под ред. В.А. Веникова. - М. : Энергоиздат, 1983. - 502 с. - Текст : непосредственный. - 1 р. 30 к. - (ID=97660-66)
4. Ушаков, В. Я. Электроэнергетические системы и сети : учебное пособие для вузов / В. Я. Ушаков. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 446 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00649-0. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490265> . - (ID=145152-0)
5. Электроэнергетические системы и сети: модели развития : учебное пособие для вузов / С. С. Ананичева, П. Е. Мезенцев, А. Л. Мызин ; под научной редакцией П. И. Бартоломея. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 148 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07671-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494078>. - (ID=145153-0)
6. Ананичева, С. С. Электроэнергетические системы и сети. Примеры и задачи : учебное пособие для вузов / С. С. Ананичева, С. Н. Шелюг ; под научной редакцией Е. Н. Котовой. — 2-е изд. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 177 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-07672-1. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/494079>. - (ID=145154-0)

7.3. Методические материалы

Методические указания к лабораторным работам:

1. Электроэнергетические системы и сети : метод. указания к лаб. работам для студентов очной и заоч. форм обучения направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" / сост.: Л.С. Араратьян, А.В. Крупнов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2017. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/122115>. - (ID=122115-1)

Методические указания к практическим занятиям и курсовому проектированию:

2. Электроэнергетические системы и сети : метод. указания к контрольным заданиям для студентов очной и заоч. форм обучения направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" / сост.: Л.С. Араратьян, А.В. Крупнов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - 24 с. - Текст : непосредственный. - 33 р. - (ID=112475-45)

3. Электроэнергетические системы и сети : метод. указания к контрольным заданиям для студентов очной и заоч. форм обучения направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" / сост.: Л.С. Араратьян, А.В. Крупнов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111596>. - (ID=111596-1)

4. Электроэнергетические системы и сети : метод. указания к курсовому проектированию районной электрической сети для студентов очной и заоч. форм обучения бакалавриата направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" / сост.: А.Н. Макаров, Л.С. Араратьян, А.В. Крупнов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - 28 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 38 р. 50 к. - (ID=112473-44)

5. Электроэнергетические системы и сети : метод. указания к курсовому проектированию районной электрической сети для студентов очной и заоч. форм обучения бакалавриата направления 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника, профиль "Электроснабжение" / сост.: А.Н. Макаров, Л.С. Араратьян, А.В. Крупнов ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111966>. - (ID=111966-1)

6. Экзаменационные вопросы по дисциплине "Электроэнергетические системы и сети" направление подготовки бакалавров 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ ; разработ. Л.С. Араратьян. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-ДМ). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111886>. - (ID=111886-1)

7. Курсовой проект по дисциплине "Электроэнергетические системы и сети" направление подготовки бакалавров 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ ; разработ. Л.С. Арапатьян. - Тверь : ТвГТУ, 2016. - (УМК-КР). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111885>. - (ID=111885-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Не предусмотрено.

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

1. Ресурсы: <http://lib.tstu.tver.ru/header/obr-res>
2. ЭК ТвГТУ: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/Web>
3. ЭБС "Лань": <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС "Университетская библиотека онлайн": <http://www.biblioclub.ru/>
5. ЭБС «IPRBooks»: <http://www.iprbookshop.ru/>
6. Электронная образовательная платформа "Юрайт" (ЭБС «Юрайт»): <http://urait.ru/>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY: <http://elibrary.ru/>

УМК размещен: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/111882>

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

При изучении дисциплины «Электроэнергетические системы и сети» используются современные средства обучения: наглядные пособия, диаграммы, схемы.

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

Учебные лаборатории и учебные аудитории оснащены достаточным количеством наглядных стендов, пособий, плакатов, которые помогают изучению курса. В лаборатории Ц- 416 студенты могут на лабораторных установках экспериментально исследовать физические модели работы замкнутых и разомкнутых сетей. На компьютере предусмотрена возможность исследования виртуальных моделей работы замкнутых и разомкнутых сетей.

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

1. 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 – 25. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 3 (1 вопрос для категории «знать» и 2 вопроса для категории «уметь»).

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

3. 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.

4. Вид экзамена – письменный экзамен.

5. База заданий, предъявляемая обучающимся на экзамене.

1. Электроэнергетика. Этапы развития в РФ.
2. Электроэнергетических систем и сети. Назначение и классификация.
3. Конструкция и условия работы ЛЭП.
4. Параметры воздушных и кабельных линий.
5. Понижающих и преобразовательных подстанций.
6. Область применения типовых схем РУ.
7. Волновой характер передачи электроэнергии.
8. П-образная схема замещения. Основные уравнения.
9. Параметры реальной линии. Удельные параметры схем замещения.
10. Схемы замещения ЛЭП (ВЛ 110 кВ и более; до 110кВ).
11. Схемы замещения КЛ до 10кВ, 35кВ и более.
12. Передача электроэнергии на постоянном токе.
13. Преобразовательные (выпрямительные и инверторные) подстанции.
14. Схема замещения двухобмоточного трансформатора $U_{в.ном} \leq 220$ кВ.
15. Потери активной и реактивной мощности в трансформаторе.
16. Схемы замещения трехобмоточных трансформаторов и автотрансформаторов.
17. Расчетные нагрузки подстанций.
18. Характеристика нагрузок ЭЭС.
19. Статические характеристики нагрузок по напряжению и частоте.
20. Типовые обобщенные статические характеристики комплексной нагрузки по напряжению и частоте.
21. Регулирующий эффект нагрузки.
22. Способы представления нагрузок при расчетах установившихся режимов.

23. Способы представления генераторов при расчетах установившихся режимов. Балансирующие узлы.
24. Графики электрических нагрузок. Показатели суточного графика.
25. График по продолжительности.
26. Время использования максимальной нагрузки. Время потерь.
27. Линейные и нелинейные уравнения установившегося режима.
28. Основные режимы установившегося режима (напряжение задано в конце или в начале линии).
29. Методы расчета разомкнутых электрических сетей. Векторная диаграмма.
30. Методом итераций для разомкнутых сетей из двух (3,4..) последовательно подключенных линий. Векторная диаграмма.
31. Расчёт однородных сетей метод расщепления сети.
32. Расчёт простейших кольцевых сетей или линий с двусторонним питанием.
33. Расчет линий с двусторонним питанием с разными номинальными напряжениями.
34. Падение и потеря напряжения в линии. Продольная и поперечная составляющие падения напряжения. Векторная диаграмма U
35. Допущения при расчете разомкнутых распределительных сетей $U_{ном} \leq 35\text{кВ}$.
36. Расчет сложно замкнутых электрических сетей.
37. Матричные формы моделирования электрических сетей.
38. Уравнения узловых напряжений.
39. Точные и итерационные методы решения уравнений узловых напряжений.
40. Применение обобщенных параметров сети при расчетах режимов методом наложения.
41. Натуральная мощность ЛЭП.
42. Пропускная способность ЛЭП.

При ответе на вопросы экзамена допускается использование справочными данными, ГОСТами, методическими указаниями по выполнению лабораторных работ в рамках данной дисциплины.

Пользование различными техническими устройствами не допускается. 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, обучающегося без дополнительных контрольных испытаний или с выполнением дополнительного итогового контрольного испытания при наличии у студентов задолженностей в текущем контроле.

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

база заданий, предназначенных для предъявления студенту на дополнительном итоговом контрольном испытании (типовой образец задания приведен в Приложении), задание выполняется письменно;

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

Критерии выполнения контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового - 0 баллов.

Базовый уровень – 1 балл.

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

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 1 балл.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 4 и отсутствии балла 0 по заданию 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 25.

Число вопросов – 3.

Продолжительность – 60 минут.

4. 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 и защита всех лабораторных работ;

выполнение и защита курсового проекта.

5. Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Особенности проектирования электрических сетей.
2. Техничко-экономическое сопоставление вариантов сети.
3. Полные и приведённые затраты.
4. Задачи оптимизации построения сети.
5. Выбор номинального напряжения ЛЭП.
6. Методика выбора сечений проводов ЛЭП.
7. Регулирование режимов в ЭЭС и С.
8. Баланс активных и реактивных мощностей в ЭЭС и С.
9. Способы повышения пропускной способности ЛЭП.
10. Технологии Гибких систем (FACTS).
11. Связь баланса активной и реактивной мощности с ПКЭ.

12. Основные методы регулирования частоты в ЭЭС.
13. Первичное, вторичное, третичное регулирования частоты.
14. Задачи оптимизации режимов ЭЭС и С.
15. Потребители реактивной мощности.
16. Источники реактивной мощности.
17. Выбор мощности компенсирующих устройств.
18. Целесообразное размещение КУ в ЭЭС и С.
19. Применение оптимизации и системного подхода при компенсации реактивной мощности.
20. Методы и принципы регулирования напряжения.
21. Регулирование напряжения на электростанциях и подстанциях.
22. Трансформаторы с ПБВ и РПН.
23. Методы расчета потерь электроэнергии.
24. Мероприятия по снижению потерь энергии в сетях.
25. Классификация энергосберегающих мероприятий.
26. Показатели качества электроэнергии и их нормирование по ГОСТ.
27. Контроль и анализ качества электроэнергии.
28. Способы и технические средства обеспечения качества электроэнергии.

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

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

2. Тема курсового проекта: «Расчёт режимов районных электрических сетей». Вариант задания выдается студенту преподавателем в соответствии со списком группы.

Каждому обучающемуся выдаётся индивидуальное задание с указанием: установленной мощности $P_{уст}$, суточных графиков и характера нагрузок пяти объектов электроснабжения; физическая карта района, определяющая места расположения подстанций и источников питания (ТЭЦ с заданной мощностью генераторов $P_{г}$ и районная подстанция, которая получает питание от системы бесконечной мощности).

3. Критерии качества выполнения отдельным разделам курсового проекта и итоговой оценки за курсовой проект:

Таблица 5. Оцениваемые показатели для проведения промежуточной аттестации в форме курсовой работы

№ раздела	Наименование раздела	Баллы по шкале уровня
1	Введение. Построение графиков электрических нагрузок	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
2	Выбор конфигурации схемы, схем электрических ПС и номинальных напряжений сети	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
3	Выбор количества трансформаторов на	Выше базового – 2

	подстанциях промышленных предприятий. Выбор генераторов на ТЭЦ и трансформаторов связи с системой	Базовый – 1 Ниже базового – 0
4	Выбор оптимального варианта электрической сети на основе технико-экономического сравнения	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
5	Расчет режимов работы сети	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0
6	Составление баланса мощности Выбор средств регулирования напряжения	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	<i>На чертежах необходимо изобразить:</i> полную схему выбранного варианта районной электрической сети; три карты потокораспределения для трех режимов и таблицу выбранных отпаек трансформаторов для трех режимов	Выше базового – 2 Базовый – 1 Ниже базового – 0

Критерии итоговой оценки за курсового проекта:

«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 любому разделу работа имеет 0 баллов.

Требования и методические указания по структуре, содержанию и выполнению работы, а также критерии оценки, оформлены в качестве отдельно выпущенного документа на кафедре ЭС и Э.

Дополнительные процедурные сведения:

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

б) в процессе выполнения обучающимся курсового проекта руководитель осуществляет систематическое консультирование.

в) в заключении необходимо сделать выводы по работе.

г) общий объем пояснительной записки к курсовому проекту составляет от 45 до 60 страниц машинописного или рукописного текста формата А4. Графическая часть проекта – один или два листа формата А1.

в) курсовой проект не подлежит обязательному рецензированию.

е) проверку и оценку проекта осуществляет руководитель, который доводит до сведения обучающегося достоинства и недостатки проекта. Рецензия руководителя обязательна и оформляется в виде отдельного документа.

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. 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.

Курсовые работы хранятся на кафедре в течение двух лет.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины.

Студенты очной формы обучения перед началом изучения дисциплины должны быть 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 2...3 неделе семестра, заочной формы обучения – на установочной сессии.

В учебном процессе рекомендуется внедрение субъект-субъектной педагогической технологии, при которой определяется время консультаций студентов по закреплённому за каждым преподавателем модулю дисциплины.

Рекомендуется обеспечить студентов, изучающих дисциплину, 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.

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) – электроснабжение

Кафедра «Электроснабжения и электротехники»

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети»

Семестр 6

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ № 1

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

Состав электроэнергетических систем. Назначение электрических сетей в энергосетях и их классификация

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «**Конструктивное выполнение, модели, параметры и характеристики элементов ЭЭС и С**» - 0 или 2 балла:

Выбрать тип, количество и мощность силовых трансформаторов на подстанции.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «**Конструктивное выполнение, модели, параметры и характеристики элементов ЭЭС и С**» - 0 или 2 балла:

По исходным данным из таблицы (см. приложение 1а) определить волновые и погонные параметры схемы замещения ВЛ-500 кВ, выполненной расщепленными проводами. Изобразить схему замещения.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

«отлично» - при сумме баллов 5 или 6;

«хорошо» - при сумме баллов 4 и отсутствии балла 0 по заданию 3;

«удовлетворительно» - при сумме баллов 3 и отсутствии балла 0 по заданию 3;

«неудовлетворительно» - при сумме баллов 2 и отсутствии балла 0 по заданию 3.

Составитель: ст. преп. кафедры ЭС и Э _____ Л.С. Араратьян

Заведующий кафедрой: профессор _____ А.Н. Макаров

Приложение 2

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тверской государственный технический университет»

Направление подготовки бакалавров – 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) – электроснабжение

Кафедра «Электроснабжения и электротехники»

Дисциплина «Электроэнергетические системы и сети »

Семестр 7

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №_1__

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

Основы проектирования электрических сетей: выбор конфигурации сетей, выбор номинального напряжения сети.

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Элементы проектирования электрических систем и сетей» - 0 или 2 балл :

Выбор сечений проводов сетей напряжением $U_{ном} \geq 110$ кВ. Методика расчета.

3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Баланс мощности, регулирование напряжения и частоты в ЭЭС и С» - 0 или 1 балл :

По заданному чертежу электрической сети (приложение 2а) определить годовые потери электроэнергии в воздушной линии и в трансформаторной подстанции.

Критерии итоговой оценки за зачёт:

«зачтено» - при сумме баллов 2 или 4 и отсутствии балла 0 по заданию 3;

«не зачтено» - при сумме баллов 0, или 1.

Составитель: ст. преп. кафедры ЭС и Э _____ Л.С. Араратьян

Заведующий кафедрой: профессор _____ А.Н. Макаров