

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

обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)»

«Электрические аппараты»

Направление подготовки бакалавров 13.03.02 Электроэнергетика и электротехника

Направленность (профиль) программы – Электроснабжение

Типы задач профессиональной деятельности: эксплуатационный

Форма обучения – очная, заочная

Машиностроительный факультет
Кафедра электроэнергетики 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 ЭСиЭ

Ю.М. Павлова

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭСиЭ
«_____» _____ 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. Цель и задачи дисциплины

Целью изучения дисциплины является формирование у студентов систематических знаний по вопросам проектирования, расчета и конструкции электрических аппаратов.

Задачами дисциплины является:

- ознакомить студентов с физикой процессов, протекающих в электрических аппаратах;
- ознакомить студентов с методами проектирования и основами тепловых и электродинамических расчетов электрических аппаратов;
- ознакомить с методиками выбора электрических аппаратов;
- изучить физические и электротехнические законов для расчета узлов основных типов электрических аппаратов

2. Место дисциплины в структуре ОХОП

Дисциплина относится к обязательной части Блока 1 «Дисциплины (модули)».

Для изучения курса требуется знание дисциплин: «Математика», «Начертательная геометрия и инженерная графика», «Физика», «Теоретические основы электротехники», «Материаловедение и технологии материалов», «Электрическое материаловедение», «Химия».

Приобретенные в рамках освоения данной дисциплины знания используются при изучении дисциплин «Электрические машины», «Информационно-измерительная техника», «Переходные процессы в энергетике», «Электрический привод», «Надежность электроснабжения», «Системы электроснабжения», «Эксплуатация систем электроснабжения», «Электрические станции и подстанции», «Релейная защита и автоматизация электроэнергетических систем», расширяются и систематизируются в вопросах организации и управления научной деятельностью, проведения научных исследований и создания научных работ.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Перечень компетенций, закреплённых за дисциплиной в ОХОП.

Компетенция, закреплённая за дисциплиной в ОХОП:

ОПК-4 Способен использовать методы анализа и моделирования электрических цепей и электрических машин

Индикаторы компетенции, закреплённые за дисциплиной в ОХОП:

ИОПК-4.4 - Демонстрирует понимание принципа действия электронных устройств.

ИОПК-4.6 - Применяет знания функций и основных характеристик электрических и электронных аппаратов.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

ИОПК-4.4

Знать:

31. Принципы работы, технические характеристики, конструктивные особенности разрабатываемых и используемых электрических аппаратов.

Уметь:

У1. Свободно ориентироваться в принципах действия и особенностях конструкций основных видов электрических аппаратов.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенций

ИОПК-4.6

Знать:

31. Электрические аппараты, как средства управления режимами работы, защиты и регулирования параметров электротехнических и электроэнергетических систем.

Уметь:

У1. Применять, эксплуатировать и производить выбор электрических аппаратов.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Лекции, лабораторные работы, выполнение расчетно-графических работ, самостоятельная работа.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1А. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы.

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		30
В том числе:		
Лекции		15
Лабораторные работы (ЛР)		15
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Самостоятельная работа (всего)		78
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		10
Другие виды самостоятельной работы - подготовка к лабораторным работам		50
Текущий контроль и промежуточная аттестация (зачет)		18

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 1Б. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы.

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академических часов
Общая трудоемкость дисциплины	3	108
Аудиторные занятия (всего)		8
В том числе:		
Лекции		4
Лабораторные работы (ЛР)		4
Практические занятия (ПЗ)		не предусмотрены
Самостоятельная работа (всего)		96+4 (зачет)
В том числе:		
Курсовая работа		не предусмотрена
Курсовой проект		не предусмотрен
Расчетно-графические работы		не предусмотрены
Реферат		20
Другие виды самостоятельной работы - подготовка к лабораторным работам		76
Текущий контроль и промежуточная аттестация (зачет)		4

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	Трудоемкость, часы	Лекции	Лабораторные работы	Сам. работа
1.	Теория электрических аппаратов. Основные понятия и определения.	13	3	-	10
2.	Конструкция электрических аппаратов. Классификация, принцип действия, условные обозначения, область применения, схемы, предъявляемые требования.	58	8	10	40
3	Конструкция электронных аппаратов. Классификация, принцип действия, условные обозначения, область применения, схемы, предъявляемые требования	37	4	5	28
Всего на дисциплину		108	15	15	78

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

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

№	Наименование модуля	Трудоемкость, часы	Лекции	Лабораторные работы	Сам. работа
1.	Теория электрических аппаратов. Основные понятия и определения.	13	1	-	20+1 (зачет)
2.	Конструкция электрических аппаратов. Классификация, принцип действия, условные обозначения, область применения, схемы, предъявляемые требования.	58	2	2	46+2 (зачет)
3	Конструкция электронных аппаратов. Классификация, принцип действия, условные обозначения, область применения, схемы, предъявляемые требования	37	1	2	30+1 (зачет)
Всего на дисциплину		108	4	4	96+4 (зачет)

5.2 Содержание дисциплины.

МОДУЛЬ 1 «Теория электрических аппаратов. Основные понятия и определения»

Место и роль электрических аппаратов в предметной области и профессиональной деятельности. Основные физические процессы в электрических аппаратах, возникающие опасные и вредные факторы воздействия на человека, методы и средства снижения вредного воздействия. Отраслевые особенности по обеспечению безопасности жизнедеятельности. Законодательные и нормативные правовые акты, регулирующие профессиональную деятельность.

МОДУЛЬ 2 «Конструкция электрических аппаратов. Классификация, принцип действия, условные обозначения, область применения, схемы, предъявляемые требования»

Трансформаторы тока и напряжения, магнитные усилители, предохранители, автоматические выключатели, реакторы, разрядники, резисторы, реостаты, магнитные пускатели, контакторы, реле, герконы, герсиконы, поляризованное реле, реле-датчики, классификация, методика выбора, основные понятия, принцип действия, конструкция, условные обозначения, область применения, схемы.

МОДУЛЬ 3 « Конструкция электронных аппаратов. Классификация, принцип действия, условные обозначения, область применения, схемы, предъявляемые требования»

Полупроводниковые приборы, классификация: полупроводниковые резисторы, диоды, транзисторы, тиристоры, микросхемы, оптоприборы, конструкция, физические процессы, р-п переход, применяемые материалы, условные обозначения, система обозначений. Выпрямители, назначение, область применения, классификация, основные схемы выпрямительных блоков, построение схем выпрямителей, коэффициент пульсации. Импульсные устройства, основные

понятия, классификация, область применения, логические элементы, схемы построения на контактных и бесконтактных электрических аппаратах, элементарные логические операции, таблицы истинности.

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 2 Цель: Исследование контактов электрических аппаратов и основных видов защит. Изучение электрических аппаратов, предназначенных для управления асинхронными электрическими двигателями.	Изучение электрической аппаратуры управления асинхронными двигателями	8
Модуль 3 Цель: Исследование логических эквивалентов контактных и бесконтактных схем. Ознакомление с бесконтактными эл. аппаратами на примере изучения элементной базы тиристорного пускателя.	Исследование логических эквивалентов контактных и бесконтактных схем.	7

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3Б. Лабораторные работы и их трудоемкость

Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ	Наименование лабораторных работ	Трудоемкость в часах
Модуль 2 Цель: Исследование контактов электрических аппаратов и основных видов защит. Изучение электрических аппаратов, предназначенных для управления асинхронными электрическими двигателями.	Изучение электрической аппаратуры управления асинхронными двигателями	2
Модуль 3 Цель: Исследование логических эквивалентов контактных и бесконтактных схем. Ознакомление с бесконтактными эл. аппаратами на примере изучения элементной базы тиристорного пускателя.	Исследование логических эквивалентов контактных и бесконтактных схем.	2

5.4. Практические занятия.

Учебным планом не предусмотрены.

5.5. Практикумы, тренинги, деловые и ролевые игры.

Учебным планом не предусмотрены.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль 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.

В рамках дисциплины выполняется 2 лабораторные работы. Выполнение всех лабораторных работ обязательно.

В случае невыполнения работы по уважительной причине студент имеет право выполнить письменный реферат, по согласованной с преподавателем теме по модулю, по которому пропущена работа.

Таблица 4. Темы рефератов для каждого модуля

№ пп.	Модули	Возможная тематика самостоятельной реферативной работы
2.	Модуль 2.	Воздушные выключатели. Предохранители.
3.	Модуль 3.	Полупроводниковые резисторы. Полупроводниковые тиристоры.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

7.1 Основная литература по дисциплине:

1. Электрические и электронные аппараты : учебник и практикум для вузов / П. А. Курбатов [и др.] ; под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 440 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00953-8. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/489519> (дата обращения: 21.01.2022). - (ID=113208-0)
2. Электрические аппараты : учебник и практикум для вузов / под редакцией П. А. Курбатова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 250 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9715-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491921>. - (ID=144816-0)

7.2 Дополнительная литература по дисциплине:

1. Набатов, К.А. Электрические аппараты распределительных устройств низкого напряжения : учеб. пособие / К.А. Набатов, В.В. Афонин; Тамбовский гос. техн. ун-т. - Тамбов : Тамбовский гос. техн. ун-т, 2007. - Внешний сервер. - Текст : электронный. - URL: http://window.edu.ru/window/library?p_mode=1&p_rid=56771&p_rubr=2.2.75.30. - (ID=79311-0)
2. Сипайлова, Н. Ю. Электрические и электронные аппараты. Проектирование : учебное пособие для вузов / Н. Ю. Сипайлова. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 167 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-00746-6. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/490264> . - (ID=144817-0)
3. Мишенков, Г. В. Электрические и электронные аппараты. Прикладные задачи виброударозащиты : учебное пособие для вузов / Г. В. Мишенков, Е. В. Позняк, В. Е. Хроматов. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 151 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-9916-9652-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/491655> . - (ID=144818-0)
4. Аполлонский, С.М. Электрические аппараты управления и автоматики : учебное пособие / С.М. Аполлонский, Ю.В. Куклев, В.Я. Фролов. - Санкт-Петербург [и др.] : Лань, 2017. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - ЭБС Лань. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-8114-2605-8. - URL: <https://e.lanbook.com/book/96241>. - (ID=129489-0)

7.3. Методические материалы

1. Филинов, В.А. Электрические аппараты : метод. указ. к лаб. работам и курс. работе для электротехн. спец. : в составе учебно-методического комплекса / В.А. Филинов; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - 4-е изд. ; доп. и испр. - Тверь : ТвГТУ, 2002. - (УМК-ЛР). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/112126>. - (ID=112126-1)

2. Методические указания по выполнению расчетно-графических работ по дисциплине "Электрические аппараты" направление подготовки бакалавров 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника". Профиль: Электроснабжение : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2002. - (УМК-РГР). - Сервер. - Текст : электронный. - 0-00. - (ID=112176-1)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

1. Office для дома и учебы 2013. Идентификационные номера: X18-15644/X18-40797-01/X18-08791/9999-786-855-525/79G-03740/00:SE813628X:02422

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

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

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 р. – (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/112120>

8. Материально-техническое обеспечение.

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

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

9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

9.1. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена

Учебным планом экзамен по дисциплине не предусмотрен

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 двух лабораторных работ.

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 приведен в Приложении), задание выполняется письменно;

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

При ответе на вопросы допускается использование справочными данными, нормативно-правовыми актами, в том числе ГОСТами, методическими указаниями по выполнению практических работ в рамках данной дисциплины.

Допускается использование настольного или инженерного (научного) калькулятора. Пользование другими техническими устройствами не допускается. При желании студента покинуть пределы аудитории во время дополнительного итогового контрольного испытания задание после возвращения студента ему заменяется.

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 аппараты, классификация, предъявляемые требования.
2. Методы расчета электродинамических сил.
3. Примеры практического применения оборудования в профессиональной деятельности.
4. Тепловые процессы в электрических аппаратах, источники тепла, способы передачи тепла.
5. Электрические контакты, классификация, применяемые материалы.
6. Расчет переходного сопротивления.
7. Трансформаторы тока и напряжения, магнитные пускатели.
8. Способы компенсации электродинамических сил.
9. Составление принципиальных электрических схем и схем замещения.
10. Магнитные усилители, конструкция, принцип действия, области применения.
11. Применение методики выбора оборудования.
12. Расчет технических параметров проектируемого оборудования.
13. Предохранители, автоматические выключатели, контакторы, конструкция, принцип действия, области применения.
14. Постоянная времени нагрева, способы определения.
15. Составление схем электрической аппаратуры управления асинхронными электрическими двигателями.
16. Реакторы, разрядники, резисторы, реостаты, конструкция, принцип действия, области применения.
17. Способы гашения электрической дуги.
18. Контактная аппаратура и основные виды защит.

19. Реле, поляризованные реле, реле-датчики, конструкция, принцип действия, области применения.
20. Элементная база тиристорного пускателя.
21. Процессы в дуговом промежутке, электрическая дуга, статическая и динамическая вольт-амперные характеристики.
22. Герконы, герсиконы, конструкция, принцип действия, области применения.
23. Полупроводниковые приборы, классификация диоды, транзисторы, тиристоры, конструкция, принцип действия, области применения.
24. Схемы управления двигателями постоянного тока.
25. Интегральные микросхемы, оптоприборы, конструкция, принцип действия, области применения.
26. Коммутация цепей постоянного и переменного токов, индуктивно-активной и емкостной нагрузки.
27. Расчет термической стойкости.
28. Выпрямители, назначение, области применения.
29. Основные физические процессы в электрических аппаратах, опасные и вредные факторы воздействия на человека.
30. Выбор и расчет электрических аппаратов до 1000 В.
31. Импульсные устройства, основные понятия, классификация, области применения.
32. Построение карт селективности.
33. Выбор и расчет электрических аппаратов свыше 1000 В.
34. Логические элементы, схемы построения на контактных электрических аппаратах.
35. Способы ускорения и замедления срабатывания дуги.
36. Электромагнитные механизмы в электрических аппаратах постоянного и переменного токов.
37. Построение простейших схем управления и защиты электропривода.
38. Построение кинематической схемы контактора и кривой намагничивания.
39. Место и роль электрических аппаратов в предметной области и профессиональной деятельности.
40. Логические элементы, схемы построения на бесконтактных электрических аппаратах.
41. Определение параметров электромагнита по заданной силе тяги.
42. Элементарные логические операции, таблицы истинности.
43. Применение методики выбора оборудования, расчет технических параметров.

44. Построение простейших схем управления и защиты электропривода.

Критерии выполнения дополнительного контрольного испытания и условия проставления зачёта:

для категории «знать» (бинарный критерий):

Ниже базового - 0 балл.

Базовый уровень – 2 балла.

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

Отсутствие умения – 0 балл.

Наличие умения – 2 балла.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Число заданий для дополнительного итогового контрольного испытания - 15.

Число вопросов – 3 (2 вопроса для категории «знать» и 1 вопрос для категории «уметь»).

Продолжительность – 60 минут.

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

Учебным планом курсовая работа и курсовой проект по дисциплине не предусмотрены.

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными изданиями или доступом к ним, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических, лабораторных, курсовых работ, всех видов самостоятельной работы.

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

11. Внесение изменений и дополнений в рабочую программу дисциплины

Протоколами заседаний кафедры ежегодно обновляется содержание рабочих программ дисциплин, по утвержденной «Положением о рабочих программах дисциплин» форме.

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 «Электрические аппараты»

Семестр 4

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОВОГО
КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ № 1**

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

Электрические аппараты, классификация, предъявляемые требования.

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

**Примеры практического применения оборудования в профессиональной
деятельности.**

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

Методы расчета электродинамических сил.

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» - при сумме баллов 4 или 6;

«не зачтено» - при сумме баллов 0 или 2.

Составитель: старший преподаватель кафедры ЭСиЭ _____ Ю.М. Павлова

Заведующий кафедрой ЭСиЭ: д.т.н., профессор _____ А.Н. Макаров