

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)»
«Электротехнологические установки»

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 2019

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

Разработчик программы д.т.н., профессор

А.Н. Макаров

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭСиЭ

« __ » _____ 20__ года, протокол № __.

Заведующий кафедрой ЭСиЭ

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 «Электротехнологические установки» является формирование у студентов устойчивых знаний по устройству и расчету электротермических, электрофизических, электрохимических установок.

Задачами дисциплины являются:

Приобретение знаний по устройству, принципам действия электрических печей сопротивления, дуговых, индукционных установок, сварки, диэлектрического нагрева, электрофизической и электрохимической обработки;

Овладение приемами электрического и теплового расчета электропечей и установок;

Формирование обобщенного представления о использовании электрических нагревательных и плавильных печей, установок в различных отраслях промышленности.

2. Место дисциплины в образовательной программе

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

Дисциплина «Электротехнологические установки» базируется на знаниях по дисциплинам «Материаловедение и технология металлов», «Электрические машины», «Системы электроснабжения», «Электрический привод» подготовки бакалавров по направлению «Электроэнергетика и электротехника».

Приобретенные по данной дисциплине знания необходимы в дальнейшем при изучении профессиональных и специальных дисциплин, ориентированных на проектирование и эксплуатацию систем электроснабжения, а также при выполнении спецчасти дипломного проекта.

3. Планируемые результаты обучения по дисциплине

3.1. Планируемые результаты обучения по дисциплине

Компетенции, закрепленные 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 систем.

Индикаторы компетенции, закрепленных за дисциплиной в ОХОП:

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

ИПК-5.2. Разрабатывает и планирует мероприятия по повышению эффективности управления технологическими установками.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенции ИПК-3.2

Знать:

31. Устройство, принцип действия электропечей: сопротивления, дуговых, индукционных.

32. Устройство, принцип действия установок диэлектрического, электрофизического, электрохимического нагрева.

Уметь:

У1. Проводить все виды теплотехнических расчетов электротермических установок.

У2. Проводить все виды электротехнических расчетов электротермических установок.

Имеет опыт практической подготовки:

ПП1. Использование методов и технических средств эксплуатационных испытаний и диагностики электротермических установок.

Показатели оценивания индикаторов достижения компетенции ИПК-5.2

Знать:

31. Схемы электроснабжения электропечей: сопротивления, дуговых, индукционных.

32. Схемы электроснабжения установок диэлектрического, электрофизического, электрохимического нагрева.

Уметь:

У1. Рассчитывать параметры электрооборудования схем электроснабжения электропечей.

У2. Рассчитывать параметры электрооборудования схем электроснабжения установок нагрева.

Имеет опыт практической подготовки:

ПП1. Использование методик и процедур ремонтов электрооборудования электротермических установок.

3.2. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций

Лекции, практическая работа, самостоятельная работа, лабораторные занятия.

4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

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

| Вид учебной работы | Зачетных единиц | Академ. Часов |
|--|-----------------|------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины | 3 | 108 |
| Аудиторные занятия (всего) | | 52 |
| В том числе: | | |
| Лекции | | 26 |
| Практические занятия (ПЗ) | | 26 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | не предусмотрены |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | | 56 |
| В том числе: | | |
| Курсовая работа | | не предусмотрена |
| Курсовой проект | | не предусмотрен |
| Расчетно-графические работы | | 13 |
| Реферат | | не предусмотрен |
| Другие виды самостоятельной работы: подготовка к защите лабораторных работ | | 25 |
| Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (зачет) | | 18+2 (зачет) |
| Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего) | | 26 |
| В том числе: | | |
| Практические занятия (ПЗ) | | 26 |
| Лабораторные работы (ЛР) | | не предусмотрены |
| Курсовая работа | | не предусмотрена |
| Курсовой проект | | не предусмотрен |

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

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

| Вид учебной работы | Зачетных единиц | Академ. Часов |
|--------------------|-----------------|---------------|
|--------------------|-----------------|---------------|

| | | |
|---|---|------------------|
| Общая трудоемкость дисциплины | 4 | 144 |
| Аудиторные занятия (всего) | | 10 |
| В том числе: | | |
| Лекции | | 4 |
| Практические занятия (ПЗ) | | не предусмотрены |
| Лабораторные работы | | 6 |
| Самостоятельная работа обучающихся (всего) | | 134 |
| В том числе: | | |
| Курсовая работа | | не предусмотрена |
| Курсовой проект | | не предусмотрен |
| Расчетно-графические работы | | 20 |
| Реферат | | не предусмотрен |
| Другие виды самостоятельной работы: изучение теоретической части дисциплины; | | 50 |
| подготовка к защите лабораторных работ | | 28 |
| Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация (экзамен) | | 36 |
| Практическая подготовка при реализации дисциплины (всего) | | 6 |
| В том числе: | | |
| Практические занятия (ПЗ) | | не предусмотрены |
| Лабораторные работы (ЛР) | | 6 |
| Курсовая работа | | не предусмотрена |
| Курсовой проект | | не предусмотрен |

5. Структура и содержание дисциплины

5.1 Структура дисциплины

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

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

| № | Наименование модуля | Труд-ть часы | Лекци и | Практ ич. занятия | Лабораторны й практи кум | Сам. работа |
|---|---|--------------|---------|-------------------|--------------------------|-------------|
| 1 | Устройство, технические характеристики, | 58 | 14 | 14 | - | 30 |

| | | | | | | |
|---------------------|---|-----|----|----|---|-----------|
| | схемы электроснабжения | 24 | 6 | 6 | - | 12 |
| | электрод печей: | 17 | 4 | 4 | - | 9 |
| | -сопротивления; | 17 | 4 | 4 | 4 | 9 |
| | -дуговых; | | | | | |
| | -установок электрической сварки | | | | | |
| 2 | Устройство, технические характеристики, схемы электроснабжения: | 50 | 12 | 12 | - | 26 |
| | индукционных печей, установок: | 17 | 4 | 4 | - | 9 |
| | диэлектрического нагрева; | 17 | 4 | 4 | - | 9 |
| | электрофизических, электрохимических. | 16 | 4 | 4 | - | 8 |
| Всего на дисциплину | | 108 | 26 | 26 | - | 56 (зач.) |

ЗАОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

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

| № | Наименование модуля | Труд-ть часы | Лекци и | Практич. занятия | Лабораторный практикум | Сам. работа |
|---|---|--------------|---------|------------------|------------------------|--------------|
| 1 | Устройство, технические характеристики, схемы электроснабжения электрод печей: сопротивления, дуговых; установок электрической сварки | 72 | 2 | - | 3 | 49+18 (экз.) |
| 2 | Устройство, технические характеристики, схемы электроснабжения индукционных печей, | 72 | 2 | - | 3 | 49+18 (экз.) |

| | | | | | |
|---|-----|---|---|---|------------------|
| установок: диэлектрического нагрева, электрофизических, электрохимических | | | | | |
| Всего на дисциплину | 144 | 4 | - | 6 | 108+36 (экз.) |

5.2 Содержание дисциплины.

МОДУЛЬ 1 «Устройство, технические характеристики, схемы электроснабжения электросетей: сопротивления, дуговых; установок электрической сварки».

Технологические процессы, использующие электротермическое оборудование. Огнеупорные материалы. Материалы для нагревательных элементов. Устройство и тепловой расчет электропечей сопротивления периодического и непрерывного действия. Электрический расчет, схемы электроснабжения электропечей.

Электрическая дуга постоянного и переменного токов. Дуговые сталеплавильные печи: устройство, электрические, тепловые характеристики, схемы электроснабжения (ЭС). Устройство, электрические тепловые характеристики, схемы ЭС рудотермических, электрошлаковых, вакуумно-дуговых, плазменно-дуговых, электронно-лучевых печей.

Сварочные агрегаты постоянного и переменного токов, машины и установки контактной сварки: устройство, схемы электроснабжения.

МОДУЛЬ 2 «Устройство, технические характеристики, схемы электроснабжения индукционных печей, установок: диэлектрического нагрева, электрофизических, электрохимических»

Физические основы индукционного и диэлектрического нагрева. Устройство, принцип действия, схемы электроснабжения индукционных канальных и тигельных печей, установок: сквозного, поверхностного, диэлектрического нагрева.

Устройство, принцип действия, источники питания установок электролизных, электрохимической, электрофизической обработки материалов.

5.3. Лабораторные работы.

ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ

Таблица 3а. Лабораторные работы и их трудоемкость

| Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ. | Наименование лабораторных работ | Трудо-емкость в часах |
|---|---|------------------------------|
| Модуль 1 Цель: изучение конструкции, схемы электропечи сопротивления и автоматического регулирования температуры в электропечи | Испытание среднетемпературной электропечи сопротивления | 7 |
| Модуль 1 Цель: изучение конструкции, схемы управления сварочным агрегатом | Исследование внешних характеристик сварочного агрегата | 7 |
| Модуль 2 Цель: изучение принципа действия вольт-амперных характеристик параметрических источников тока | Исследование электрической модели параметрических источников тока | 6 |
| Модуль 2 Цель: изучение системы автоматического управления электропечами | Исследование способов регулирования электрической и тепловой мощности | 6 |

Таблица 3б. Лабораторные работы и их трудоемкость

| Порядковый номер модуля. Цели лабораторных работ. | Наименование лабораторных работ | Трудо-емкость в часах |
|--|---|------------------------------|
| Модуль 1 Цель: изучение конструкции, схемы электропечи сопротивления и автоматического регулирования температуры в электропечи | Испытание среднетемпературной электропечи сопротивления | 4 |
| Модуль 2 | Исследование электрической | 2 |

| | | |
|--|--|--|
| Цель: изучение принципа действия вольт-амперных характеристик параметрических источников тока | модели параметрических источников тока | |
|--|--|--|

5.4. Практические работы

Таблица 4. Тематика практических занятий и их трудоемкость.

| № | Учебно-образовательный модуль Цели практикума | Тематика практикума | Трудоемкость в часах |
|---|--|---|----------------------|
| 1 | Модуль 1 Цель: овладение навыками расчета мощности и выбора электропечи для нагрева определенного количества металлических изделий. | Расчет установочной мощности тепловых потерь, количества электроэнергии для нагрева изделий в электропечи сопротивления | 7 |
| 2 | Модуль 2 Цель: овладение навыками расчета мощности и выбора плавильной печи для плавления определенного количества металла | Расчет установленной мощности, тепловых и электрических потерь, емкости конденсаторной батареи индукционной тигельной печи для расплавления металла | 7 |

5.5. Практикумы, тренинги, деловые и ролевые игры.

6. Самостоятельная работа обучающихся и текущий контроль их успеваемости

6.1. Цели самостоятельной работы.

Формирование способностей к самостоятельному распознаванию и обучению, поиску литературы, 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 практическим и лабораторным занятиям, к рубежному контролю, экзамену. По изученным темам студенты готовят расчетно-графические работы (**таблица 4**) и защищают в форме доклада. Доклад обсуждают студенты и преподаватель. Содержание доклада и аргументированность ответов на вопросы учитывается в системе балльно-рейтингового контроля и итоговой аттестации по дисциплине.

Тематика самостоятельной работы определяется учебным планом и имеет профессионально-ориентированный характер и непосредственную связь с будущей профессиональной деятельностью выпускника.

Текущий контроль успеваемости осуществляется с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки текущей успеваемости обучающегося.

7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1. Основная литература по дисциплине

1. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках: учебное пособие для вузов по напр. "Металлургия", "Теплоэнергетика и теплотехника", "Электроэнергетика и электротехника / А.Н. Макаров. - СПб.: Лань, 2014. - 375 с. - (Учебники для вузов. Специальная литература). - Текст: непосредственный. - ISBN 978-5-8114-1653-0: 1100 p. - URL: <https://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/103143>
2. Макаров, А.Н. Электротехнологические установки : учеб. пособие по укрупненным группам спец. и направлений подготовки 13.00.00 Электро- и теплоэнергетика, по направлению подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / А.Н. Макаров, А.Ю. Соколов; Тверской гос. техн. ун-т. - 3-е изд. ; доп. и перераб. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - Сервер. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7995-0990-3 : 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/132476>. - (ID=132476-1)
3. Макаров, А.Н. Электротехнологические установки : учебное пособие по укрупненным группам спец. и направлений подготовки 13.00.00 Электро- и теплоэнергетика, по направлению подготовки 13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника" / А.Н. Макаров, А.Ю. Соколов; Тверской гос. техн. ун-т. - 3-е изд. ; доп. и перераб. - Тверь : ТвГТУ, 2018. - 215 с. - Текст : непосредственный. - ISBN 978-5-7995-0990-3 : 333 p. - (ID=132526-62)

7.2. Дополнительная литература по дисциплине

1. Алиев, И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы : учебное пособие для вузов / И. И. Алиев. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2022. — 291 с. — (Высшее

образование). — ISBN 978-5-534-04254-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/492448> . - (ID=146246-0)

2. Алиферов, А.И. Электротехнологические установки и системы. Установки индукционного нагрева : учебное пособие / А.И. Алиферов, С. Луци, М. Форзан. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2017. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7782-3241-9. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91500.html>. - (ID=137324-0)
3. Базаров, А.А. Электротехнологические установки и системы : учебник для вузов / А.А. Базаров, А.И. Данилушкин, В.А. Данилушкин; Самарский государственный технический университет. - 2-е изд. - Самара : Самарский государственный технический университет, 2018. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7964-2070-6. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/91167.html>. - (ID=137323-0)
4. Ушаков, В.Я. Современные проблемы электроэнергетики : учебное пособие / В.Я. Ушаков; Ушаков В.Я. - Томск : Томский политехнический университет, 2014. - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-4387-0521-5. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/34715.html>. - (ID=146245-0)
5. Чередниченко, В.С. Электротехнологические установки и системы. Теория и расчеты электропечей сопротивления : учебное пособие / В.С. Чередниченко. - Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2020. - (Учебники НГТУ). - ЦОР IPR SMART. - Текст : электронный. - ISBN 978-5-7782-4133-6. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/98684.html>. - (ID=137325-0)

Периодические издания.

6. Промышленная энергетика : журнал. - Внешний сервер. - Текст : непосредственный. - Текст : электронный. - 852-00. - URL: <http://www.promen.energy-journals.ru/>. - URL: https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=7968. - (ID=77730-128)
7. 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)

7.3. Методические материалы

Методические указания к лабораторным работам:

1. Электротехнологические установки : метод. указ. к выполнению лаб. работ для студентов спец. 100400 - "Электроснабжение" : в составе учебно-методического комплекса / Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ ; сост.: А.Н. Макаров, Е.И. Кривнев, Р.А. Макаров. - 2-е изд. ; доп. и перераб. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - (УМК-М). - Сервер. - CD. - Текст : электронный. - 0-00. - URL: <http://elib.tstu.tver.ru/MegaPro/GetDoc/Megapro/68707>. - (ID=68707-1)
2. Электротехнологические установки : метод. указ. к выполнению лаб. работ для студентов спец. 100400 - "Электроснабжение" / сост.: А.Н. Макаров, Е.И. Кривнев, Р.А. Макаров ; Тверской гос. техн. ун-т, Каф. ЭСиЭ. - Тверь : ТвГТУ, 2004. - 24 с. : ил. - Текст : непосредственный. - 11 р. 50 к. - (ID=20801-43)

7.4. Программное обеспечение по дисциплине

Операционная система Microsoft Windows: лицензия №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. ЦОР IPR SMART: <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:

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Занятия проводятся в ТвГТУ. Чтение лекций, проведение лабораторных занятий в учебных аудиториях, в компьютерном классе корпуса «Ц». Самостоятельная работа в читальных залах библиотеки.

Лабораторные работы проводятся в лаборатории «Электротехнологические установки». Перечень основного оборудования лаборатории:

1. Электропечь сопротивления с системой автоматического регулирования температуры.
2. Сварочный агрегат постоянного тока.
3. Электрическая модель параметрического источника тока.
4. Система автоматического управления электрической и тепловой мощностью электропечи.

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

Продолжительность экзамена – 60 минут.

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

2. Критерии оценки и ее значения:

для категории «знать»:

выше базового – 2;

базовый – 1;

ниже базового – 0;

критерии оценки и ее значение для категории «уметь»:

отсутствие умения – 0 баллов;

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. Огнеупорные материалы, применяемые в электропечестроении, состав, свойства. Огнеупорные материалы высокотемпературных электропечей сопротивления.
2. Материалы для нагревательных элементов электропечей сопротивления, состав, свойства. Нагреватели низко-, средне- и высокотемпературных печей.
3. Классификация электропечей сопротивления. Устройство и технические характеристики электропечей сопротивления периодического действия.
4. Тепловой расчет электропечей сопротивления периодического действия.
5. Устройство и технические характеристики электропечей сопротивления непрерывного действия.
6. Тепловой расчет электропечей сопротивления непрерывного действия.
7. Электрический расчет электропечей сопротивления.
8. Определение допустимой поверхностной мощности электронагревателей.
9. Установки и печи прямого нагрева.
10. Электрические печи-ванны. Плавильные электропечи сопротивления, расчет мощности печи.
11. Электрическая дуга постоянного тока: ионизация, характерные области, устойчивость горения. Уравнения для контура с дугой, составленные по второму закону Кирхгофа.
12. Электрическая дуга переменного тока: динамическая вольтамперная характеристика, условие непрерывного горения дуги. Способы регулирования тока дуги.
13. Дуговые сталеплавильные печи: устройство, характерные периоды работы, схема электроснабжения, расчет полезной мощности.
14. Схема замещения дуговой сталеплавильной печи, электрические характеристики ДСП.
15. Рудно-термические печи: устройство, режимы работы, схемы замещения активной зоны.
16. Установки электрошлакового переплава: устройство, принцип действия, схемы электроснабжения.
17. Вакуумно-дуговые печи: устройство, принцип действия, источники питания.
18. Плазменно-дуговые печи и установки, устройство струйных и плавильных плазмотронов, их использование в плавильных печах, источники питания.

- 19.Электронно-лучевые печи и установки: устройство, принцип действия, источники питания.
- 20.Сварочные генераторы: устройство, вольт-амперные характеристики, способы регулирования тока дуги. Сварочные генераторы для однопостовой и многопостовой сварки, общие черты и различия.
- 21.Сварочные трансформаторы: устройство, вольтамперные характеристики, способы регулирования тока дуги.
- 22.Автоматическая сварка на переменном токе: устройство, способы автоматического регулирования сварки. Дуговая сварка в углекислом газе и аргоне.
- 23.Электрошлаковая сварка. Электронно-лучевая сварка. Плазменная сварка, резка.
- 24.Стыковая сварка: устройство установок, источники питания, расчет выделяемой при сварке энергии.
- 25.Точечная и роликовая сварка: устройство сварочных машин, источники питания.
- 26.Физические основы индукционного нагрева: глубина проникновения электромагнитной волны, расчет активной и реактивной мощности, выделяющейся в нагреваемом теле, мощности компенсирующего устройства.
- 27.Индукционные канальные печи: устройство, принцип действия, расчет активной и полной мощности печи.
- 28.Схема замещения и векторная диаграмма индукционных канальных печей, схемы электроснабжения индукционных канальных печей.
- 29.Индукционные тигельные печи: устройство, принцип действия, расчет активной мощности печи.
- 30.Источники питания ИТП: схемы тиристорных преобразователей частоты, электромашинных преобразователей, схема питания напряжением промышленной частоты.
- 31.Индукционные установки для сквозного нагрева металла: устройство, расчет установленной мощности.
- 32.Индукционные установки для поверхностного нагрева металлов: устройство, выбор частоты, расчет активной мощности индуктора, схема высокочастотного лампового генератора.
- 33.Установки диэлектрического нагрева: устройство, расчет мощности, выделяющейся в диэлектрике, источники питания.
- 34.Процесс электролиза, электролизное рафинирование металлов. Производство алюминия.
- 35.Электрохимическая обработка материалов: гальваностения, анодное полирование, анодная размерная обработка изделий, источники питания.
- 36.Электроэрозионная обработка материалов: применение, источники питания.

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 с оценкой

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

2. 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.

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 трех практических 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 зачета.

2. Критерии выполнения контрольного испытания и условия представления зачета:

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;

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

3. Вид зачета – письменный зачет.

Число заданий для дополнительного контрольного испытания – 20.

Число вопросов – 3.

Продолжительность – 60 мин.

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

5. Перечень вопросов дополнительного итогового контрольного испытания:

1. Огнеупорные материалы, применяемые в электропечестроении, состав, свойства. Огнеупорные материалы высокотемпературных электропечей сопротивления.
2. Материалы для нагревательных элементов электропечей сопротивления, состав, свойства. Нагреватели низко-, средне- и высокотемпературных печей.
3. Классификация электропечей сопротивления. Устройство и технические характеристики электропечей сопротивления периодического действия.
4. Тепловой расчет электропечей сопротивления периодического действия.
5. Устройство и технические характеристики электропечей сопротивления непрерывного действия.
6. Тепловой расчет электропечей сопротивления непрерывного действия.
7. Электрический расчет электропечей сопротивления.
8. Определение допустимой поверхностной мощности электронагревателей.
9. Установки и печи прямого нагрева.
10. Электрические печи-ванны. Плавильные электропечи сопротивления, расчет мощности печи.
11. Электрическая дуга постоянного тока: ионизация, характерные области, устойчивость горения. Уравнения для контура с дугой, составленные по второму закону Кирхгофа.

12. Электрическая дуга переменного тока: динамическая вольтамперная характеристика, условие непрерывного горения дуги. Способы регулирования тока дуги.
13. Дуговые сталеплавильные печи: устройство, характерные периоды работы, схема электроснабжения, расчет полезной мощности.
14. Схема замещения дуговой сталеплавильной печи, электрические характеристики ДСП.
15. Рудно-термические печи: устройство, режимы работы, схемы замещения активной зоны.
16. Установки электрошлакового переплава: устройство, принцип действия, схемы электроснабжения.
17. Вакуумно-дуговые печи: устройство, принцип действия, источники питания.
18. Плазменно-дуговые печи и установки, устройство струйных и плавильных плазмотронов, их использование в плавильных печах, источники питания.
19. Электронно-лучевые печи и установки: устройство, принцип действия, источники питания.
20. Сварочные генераторы: устройство, вольт-амперные характеристики, способы регулирования тока дуги. Сварочные генераторы для однопостовой и многопостовой сварки, общие черты и различия.
21. Сварочные трансформаторы: устройство, вольтамперные характеристики, способы регулирования тока дуги.
22. Автоматическая сварка на переменном токе: устройство, способы автоматического регулирования сварки. Дуговая сварка в углекислом газе и аргоне.
23. Электрошлаковая сварка. Электронно-лучевая сварка. Плазменная сварка, резка.
24. Стыковая сварка: устройство установок, источники питания, расчет выделяемой при сварке энергии.
25. Точечная и роликовая сварка: устройство сварочных машин, источники питания.
26. Физические основы индукционного нагрева: глубина проникновения электромагнитной волны, расчет активной и реактивной мощности, выделяющейся в нагреваемом теле, мощности компенсирующего устройства.
27. Индукционные каналные печи: устройство, принцип действия, расчет активной и полной мощности печи.
28. Схема замещения и векторная диаграмма индукционных каналных печей, схемы электроснабжения индукционных каналных печей.
29. Индукционные тигельные печи: устройство, принцип действия, расчет активной мощности печи.

30. Источники питания ИТП: схемы тиристорных преобразователей частоты, электромашинных преобразователей, схема питания напряжением промышленной частоты.
31. Индукционные установки для сквозного нагрева металла: устройство, расчет установленной мощности.
32. Индукционные установки для поверхностного нагрева металлов: устройство, выбор частоты, расчет активной мощности индуктора, схема высокочастотного лампового генератора.
33. Установки диэлектрического нагрева: устройство, расчет мощности, выделяющейся в диэлектрике, источники питания.
34. Процесс электролиза, электролизное рафинирование металлов. Производство алюминия.
35. Электрохимическая обработка материалов: гальваностения, анодное полирование, анодная размерная обработка изделий, источники питания.
36. Электроэрозионная обработка материалов: применение, источники питания.

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

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

10. Методические рекомендации по организации изучения дисциплины

Студенты перед началом изучения дисциплины ознакомлены с системами кредитных единиц и балльно-рейтинговой оценки, которые опубликованы и размещены на сайте вуза или кафедры.

В учебном процессе внедрены субъект-субъективные педагогические технологии, при которых в расписании преподавателя определяется время консультаций студентов по закрепленному за ним модулю дисциплины.

Студенты, изучающие дисциплину, обеспечиваются электронными учебными пособиями, учебно-методическим комплексом по дисциплине, включая методические указания к выполнению практических занятий, 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 утверждается 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 «Электротехнологические установки»
Семестр 8

ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1

1. Вопрос для проверки уровня «ЗНАТЬ» – 0 или 1 или 2 балла:
Устройство и технические характеристики электропечей сопротивления периодического действия.
2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Тепловой и электрический расчет электропечей сопротивления» – 0 или 2 балла:
Тепловой расчет электропечей сопротивления переодического действия
3. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Индукционные тигельные печи» – 0 или 2 балла:
Источники питания индукционных тигельных печей: схемы тиристорных преобразователей частоты, электромашинных преобразователей.

Критерии итоговой оценки за экзамен:

- «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.

Составитель: д.т.н., профессор _____ А.Н. Макаров

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

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 «Электротехнологические установки»

Семестр 8

ЗАДАНИЕ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ИТОГОВОГО КОНТРОЛЬНОГО ИСПЫТАНИЯ №1

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

**Устройство и технические характеристики электропечей
сопротивления периодического действия.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Индукционные
тигельные печи» – 0 или 1 балл:

**Источники питания индукционных тигельных печей: схемы
тиристорных преобразователей частоты, электромашинных
преобразователей.**

Критерии итоговой оценки за зачет:

«зачтено» – при сумме баллов 2;

«не зачтено» – при сумме баллов 0 или 1.

Составитель: д.т.н., профессор _____ А.Н. Макаров

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