

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

«Тверской государственный технический университет»

(ТвГТУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по НИИД  
А.А. Артемьев  
« 01 » 09 2022г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины образовательного компонента  
«Электротехнология и электрофизика»

Научная специальность подготовки научных и научно-педагогических кадров в  
аспирантуре

2.4.4. Электротехнология и электрофизика

Форма обучения – очная.

Машиностроительный факультет  
Кафедра Электроснабжения и электротехники  
Семестры 6,7

Тверь 2022

Рабочая программа дисциплины соответствует ОХОП подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре в части требований к результатам обучения по дисциплине и учебному плану.

Разработчик программы: зав. кафедрой ЭСиЭ д.т.н., проф. А.Н. Макаров 

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры ЭСиЭ

«31» августа 2022 года, протокол № 1.

Заведующий кафедрой ЭСиЭ



А.Н. Макаров

Согласовано




Начальник отдела аспирантуры и докторантуры



О.И. Туманова

Начальник отдела комплектования  
зональной научной библиотеки

О.Ф. Жмыхова  


## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Цель и задачи дисциплины. ....	4
2. Место дисциплины в структуре ООП. ....	4
3. Планируемые результаты обучения. ....	4
4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы. ....	5
5. Структура и содержание дисциплины. ....	5
6. Самостоятельная работа аспиранта. ....	7
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины. ....	8
8. Материально-техническое обеспечение. ....	9
9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации. ....	9
Приложение. ....	12

## **1. Цель и задачи дисциплины.**

**Предметная область дисциплины** включает изучение современных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИР и ОКР) по совершенствованию устройства и расчетов электропечей сопротивления, дуговых и индукционных электропечей, установок электрохимической и электрофизической обработки материалов.

**Объектами изучения** в дисциплине являются электрические плавильные и нагревательные печи, установки нагрева, электросварки, электрохимической и электрофизической обработки.

**Основной целью образования по дисциплине** «Электротехнология и электрофизика» является формирование у аспирантов устойчивых знаний по НИР и ОКР электротермических установок.

**Задачами дисциплины являются:**

- приобретение знаний по НИР и ОКР электрических печей сопротивления, дуговых, индукционных, установок сварки, диэлектрического нагрева, электрофизической и электрохимической обработки;
- овладение современными приемами электрического и теплового расчета электропечей и установок;
- формирование обобщенного представления о НИР и ОКР электрических нагревательных и плавильных печей, установок в различных отраслях промышленности.

## **2. Место дисциплины в структуре ООП.**

Дисциплина «Электротехнология и электрофизика» относится к Компоненту 2 ОП ВО «Образовательным» в соответствии с приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20.10.2021 № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов)» (Зарегистрирован в Минюсте РФ 23.11.2021 № 65943);

Промежуточная аттестация осуществляется в 6, 7 семестрах.

## **3. Планируемые результаты обучения.**

### **3.1. Компетенции, закрепленные в ОХОП.**

ОК-5: готов к проведению научных исследований по научной специальности и отрасли науки, по которой готовится диссертация.

### **3.2. Показатели достижения компетенций:**



## Компетенция 1 (ОК-5):

### Знать:

3.1. Методы планирования и проведения НИР и ОКР в электротехнологии и электрофизике, обработки и представления результатов исследования.

### Уметь:

У.1. Использовать математические методы НИР и ОКР обработки результатов эксперимента, методы и способы проведения измерений;

У.2. Использовать компьютерные методы обработки и представления результатов экспериментального исследования в электротехнологии и электрофизике.

### 3.3. Технологии, обеспечивающие формирование компетенций.

Проведение лекций, выполнение рефератов.

## 4. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы.

Таблица 1. Распределение трудоемкости дисциплины по видам учебной работы.

Вид учебной работы	Зачетных единиц	Академ. Часов
Общая трудоемкость дисциплины	5	180
<b>Аудиторные занятия (всего)</b>		64
В том числе:		
Лекции 6 семестр + 7 семестр		16+16
Практические занятия (ПЗ) 6 сем. + 7сем.		16+16
Лабораторные занятия		-
<b>Самостоятельная работа (всего)</b>		116
В том числе:		
Рефераты		Не предусмотрены
Расчетно-графические работы		Не предусмотрены
Контроль промежуточный (балльно-рейтинговый) 6 семестр		42+2 (зачет)
Контроль итоговый: экзамен 7 семестр		36 (экзамен)

## 5. Структура и содержание дисциплины

### 5.1. Структура дисциплины.

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

Семестр 6						
№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сам. работа
1	НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы электропечей сопротивления	23	5	5	-	13

2	НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы электродуговых печей и установок	26	6	6	-	14
3	НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы электросварочных установок	23	5	5	-	13
Всего		72	16	16	-	40

#### Семестр 7

№	Наименование модуля	Труд-ть часы	Лекции	Практ. зан.	Лаб. раб.	Сем. работа
4	НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы индукционных печей и установок	26	6	6	-	14
5	НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы установок диэлектрического нагрева	23	5	5	-	13
6	НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы установок электролизных, электрофизической, электрохимической обработки материалов	23	5	5	-	13
Всего		72	16	16	-	40

### 5.2. Содержание дисциплины.

#### **МОДУЛЬ 1. «НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы электропечей сопротивления».**

Технологические процессы, использующие электротермическое оборудование. Огнеупорные материалы. Материалы для нагревательных элементов. НИР и ОКР по устройству и тепловому расчету электропечей сопротивления периодического и непрерывного действия. Электрический расчет, схемы электроснабжения электропечей.

#### **МОДУЛЬ 2. «НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы электродуговых печей и установок».**

Электрическая дуга постоянного и переменного токов. Дуговые сталеплавильные печи: НИР и ОКР по устройству, электрическим, тепловым характеристикам, схемы электроснабжения (ЭС). НИР и ОКР рудотермических, электрошлаковых, вакуумно-дуговых, плазменно-дуговых, электронно-лучевых печей.

#### **МОДУЛЬ 3. «НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы электросварочных установок».**

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

Автоматическая сварка подслоев флюса, электронно-лучевая, плазменно-дуговая сварка и резка

**МОДУЛЬ 4. «НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы индукционных печей и установок».**

Физические основы индукционного нагрева. НИР и ОКР индукционных канальных и тигельных печей, установок: сквозного, поверхностного нагрева.

**МОДУЛЬ 5. «НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы установок диэлектрического нагрева»**

Физические основы диэлектрического нагрева. НИР и ОКР установок диэлектрического нагрева, схем электроснабжения установок. Сушка материалов в установках диэлектрического нагрева, диэлектрическая сварка, плавление.

**МОДУЛЬ 6. «НИР и ОКР по энергоресурсосберегающим режимам работы установок электролизных, электрофизической, электролизной обработки материалов».**

Энергоресурсосберегающие режимы работы электролизных установок, электрофизической, электролизной обработки материалов. Экономия электроэнергии при электролизном производстве металлов, схемы электроснабжения электролизеров.

**5.3. Лабораторный практикум.**

Учебным планом не предусмотрен.

**5.4. Практические занятия**

Таблица 3. Тематика, форма практических занятий (ПЗ) и их трудоемкость.

Модули. Цели ПЗ.	Примерная тематика ПЗ и форма их проведения	Труд-ть в часах
Модуль 1. Цель: сформировать исследовательские навыки при работе с электротермическими и электрофизическими установками.	Исследование тепловых режимов работы электропечей сопротивления.	5
Модуль 2. Цель: сформировать навыки анализа расчетных данных электротехнологических режимов.	Исследование электротехнологических режимов работы электродуговых сталеплавильных печей.	6
Модуль 3. Цель: сформировать умение расчета энергоресурсосберегающих режимов работы электросварочных установок.	Исследование режимов работы электросварочных установок.	5



Модуль 4. Цель: научиться рассчитывать энергосберегающие режимы работы индукционных печей и установок.	Исследование электрических и тепловых режимов работы индукционных печей и установок.	6
Модуль 5. Цель: сформировать умение исследовать работу установок и устройств и анализировать результаты исследования.	Исследование режимов работы установок диэлектрического нагрева и электрофизических устройств.	5
Модуль 6. Цель: сформировать умение выполнять НИР электрофизических и электрохимических установок и устройств	Исследование режимов работы установок электрофизической, электрохимической обработки материалов	5

## **6. Самостоятельная работа аспиранта.**

### **6.1. Цели самостоятельной работы.**

Формирование способностей к научно-исследовательской и опытно-конструкторской работе по электротехнологическим и электрофизическим установкам, поиску литературы, оформлению и представлению полученных результатов, их критическому анализу, поиску новых и неординарных решений в области электротехнологии и электрофизики, аргументированному отстаиванию своих предложений, умений подготовки выступлений и ведения дискуссий, подготовка к сдаче экзамена по дисциплине «Электротехнология и электрофизика».

### **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 докладов, заданий рубежного контроля, экзамена. По изученным темам аспиранты готовят доклады и защищают в форме дискуссии. Доклад обсуждают аспиранты 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.

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

### **7.1. Основная литература.**



1. Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках: учебное пособие/ Макаров, А.Н. – СПб.: Лань, 2014. – 384с.- (103143-40+ Сервер – 110124)
2. Макаров А.Н. Электротехнологические установки: учебное пособие. – Тверь: ТвГТУ, 2000. – 144С.- (5886-51, Сервер -112063)

### **7.2. Дополнительная литература.**

1. Основы современной энергетики: Курс лекций для менеджеров энергетических компаний. Часть 1. Современная теплоэнергетика/Под общей ред.член-корр. РАН Е.В. Аметистова. М.: МЭИ, 2003г. 308с. – (15886-5)

### **7.3. Программное и коммуникационное обеспечение.**

ЭБС и лицензионные ресурсы ТвГТУ размещены:

<http://lib.tstu.tver.ru/index.php/obr-res>

УМК размещен:

<http://cdokp.tstu.tver.ru/site.center/emclookup.aspx?s=4&list=0&cid=285&spid=701&sfid=45>

## **8. Материально-техническое обеспечение.**

Занятия проводятся в ТвГТУ. Чтение лекций в учебных аудиториях с использованием мультипроектора и ноутбука. Самостоятельная работа в читальных залах библиотеки.

## **9. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации.**

### **9.1. 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 успеваемости обучающегося без дополнительных контрольных испытаний.

3. 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: подготовки презентации и текста доклада и выступления с ним перед аудиторией; в случае невыполнения контрольных мероприятий и не освоении тематики практикумов выставляется оценка «не зачтено».

### **9.2. Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации в форме экзамена.**

Экзамен в 7 семестре, допуск до экзамена (бинарный критерий) – допущен или не допущен.

Показателем является выполнение всех контрольных мероприятий по текущему контролю успеваемости.

Критерии оценки и ее значения для категории «знать» (количественный критерий):

Ниже базового – 0 баллов.

Базовый уровень (репродуктивные знания) – 1 балл.

Повышенный уровень (продуктивные знания) – 2 балла.

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

Отсутствие умения – 0 баллов.

Наличие умения – 1 балл.

4. Вид экзамена – письменный экзамен.

5. Форма экзаменационного билета.

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.

С целью повышения ответственности обучающегося за результат экзамена устанавливаются следующие требования:

частично правильные ответы с дробными баллами не предусмотрены;

верное выполнение задания не допускает любых погрешностей по существу задания.

6. Критерии оценки на 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.

7. База заданий, предназначенных для предъявления аспирантам на экзамене. Число экзаменационных билетов – 10. Число вопросов (заданий) в экзаменационном билете – 4.

8. Методические материалы, определяющие процедуру проведения экзамена.

Продолжительность экзамена – 60 минут.

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

Пользование различными техническими устройствами не допускается. При желании аспиранта покинуть пределы аудитории во время экзамена экзаменационный билет после его возвращения заменяется.

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

**9.3. Фонд оценочных средств промежуточной аттестации в форме курсового проекта или курсовой работы.**

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

**Приложение**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования

**«Тверской государственный технический университет»**

Научная специальность подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

2.4.4. Электротехнология и электрофизика

Форма обучения – очная.

Кафедра Электроснабжения и электротехники

Дисциплина «Электротехнология и электрофизика»

Семестр 6,7

**ЭКЗАМЕНАЦИОННЫЙ БИЛЕТ №1**

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

**НИР и ОКР по созданию электропечей сопротивления периодического действия.**

2. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» по разделу «Тепловой и электрический расчет электропечей сопротивления» – 0 или 1 балл:

**Разработка методики и теплового расчета электропечей сопротивления периодического действия.**

3. Задание для проверки уровня «ЗНАТЬ» по разделу «Индукционные тигельные печи» – 0 или 1 или 2 балла:

**НИР и ОКР по созданию источников питания индукционных тигельных печей: схемы тиристорных преобразователей частоты, электромашинных преобразователей.**

4. Задание для проверки уровня «УМЕТЬ» – 0 или 1 балл:

**Рассчитать мощность, выделяющуюся в диэлектрике, составить схему источника питания установки диэлектрического нагрева.**

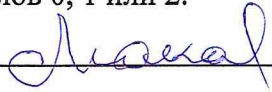
Критерии итоговой оценки за экзамен:

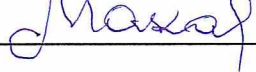
«отлично» – при сумме баллов 5 или 6;

«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