

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Трехгорный технологический институт –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования

«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ТТИ НИЯУ МИФИ)**

**УТВЕРЖДАЮ**

Директор ТТИ НИЯУ МИФИ

\_\_\_\_\_ Т.И. Улитина

«31» августа 2021 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **«ЭЛЕКТРОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ»**

**Направление подготовки:** 12.03.01 Приборостроение

**Профиль подготовки:** Информационно-измерительная техника и технологии

**Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**Форма обучения:** очная

# **1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Учебная дисциплина «Электротехнологические установки» содержит описание принципов действия основного электротехнологического оборудования и области применения электротехнологических установок различного назначения. Описание электрических схем управления и электрооборудования общепромышленных установок.

## **1.1 Цели дисциплины**

Цель дисциплины – как можно более полно изучить нагревательные и плавильные электротехнологические установки, оборудование для процессов электронагрева, сушки материалов и изделий.

## **1.2 Задачи дисциплины**

Задачи дисциплины – изучение конструктивных особенностей термического электрооборудования в машиностроении, принципиальных электрических схем; умение классифицировать термическое оборудование по способу преобразования электрической энергии в тепловую; изучение наиболее распространенных типов электропечей и электронагревательных установок.

## **2 МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ООП ВО**

Дисциплина «Электротехнологические установки» относится к вариативной части профессионального цикла дисциплин учебного плана (Б1.В.ДВ.5.2), базируется на знаниях, получаемых студентами из курсов «Химии», «Физики», «Математики» и «Электротехники».

## **3 КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ / ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБРАЗОВАНИЯ И КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТА ПО ЗАВЕРШЕНИИ ОСВОЕНИЯ ПРОГРАММЫ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **3.1 Общепрофессиональные и профессиональные компетенции**

Изучение дисциплины «Электротехнологические установки и системы» направлено на формирование у студентов, следующих компетенций:

**общепрофессиональных (ОПК):**

- способен применять естественнонаучные и общетехнические знания, методы математического анализа и моделирования в инженерной деятельности, связанной с проектированием и конструированием, технологиями производства приборов и комплексов широкого назначения (ОПК-1);

#### **профессиональных (ПК):**

- способен разрабатывать технологические процессы и техническую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов (ПК-4);
- способен принимать участие в наладке, испытаниях и сдаче в эксплуатацию опытных образцов измерительных устройств и систем (ПК-5.4).

### **3.2 Перечень результатов образования, формируемых дисциплиной, с указанием уровня их освоения**

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

#### **знать:**

- методы математического анализа и моделирования; знать фундаментальные законы и понятия естественнонаучных дисциплин; знать основные тенденции развития техники и технологий в области приборостроения;
- порядок осуществления всех видов операций, входящих в технологический процесс; знать основные задачи и стадии проектирования, состав конструкторских и технологических документов; знать принципы и механизм разработки технической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов;
- принципы разработки технических заданий на проектирование приспособлений, оснастки и специального инструмента, предусмотренных технологией.

#### **уметь:**

- применять методы математического анализа и моделирования для решения практических задач; уметь применять методы теоретического и экспериментального исследования для проектирования и конструирования приборов и комплексов широкого назначения;
- разрабатывать все виды операций, входящих в технологический процесс изготовления блоков, узлов и деталей приборов и комплексов; уметь

разрабатывать конструкторскую и технологическую документацию на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов;

- осуществлять наладку, настройку и опытную проверку приборов и систем с учетом результатов исследования.

**владеть:**

- навыками применения знаний математического анализа в инженерной практике при моделировании; владеть навыками применения знаний естественнонаучных дисциплин в инженерной практике; владеть навыками применения общеинженерных знаний в инженерной деятельности;
- навыками разработки индивидуальных, типовых и групповых технологических процессов изготовления блоков, узлов и деталей приборов и комплексов; владеть навыками разработки технологической документации на изготовление, сборку, юстировку и контроль блоков, узлов и деталей приборов и комплексов;
- навыками разработки эксплуатационно-технической документации опытных образцов измерительных устройств и систем.

### 3.3 Воспитательная работа

Направление/ цели	Создание условий, обеспечивающих	Использование воспитательного потенциала учебных дисциплин
<b>Профессиональный модуль</b>		
<b>Профессиональное воспитание</b>	- формирование чувства личной ответственности за научно-технологическое развитие России, за результаты исследований и их последствия <b>(В17)</b>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования чувства личной ответственности за достижение лидерства России в ведущих научно-технических секторах и фундаментальных исследованиях, обеспечивающих ее экономическое развитие и внешнюю безопасность, посредством контекстного обучения, обсуждения социальной и практической значимости результатов научных исследований и технологических разработок.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования социальной ответственности ученого за результаты исследований и их последствия, развития исследовательских качеств посредством выполнения учебно-исследовательских</p>

		заданий, ориентированных на изучение и проверку научных фактов, критический анализ публикаций в профессиональной области, вовлечения в реальные междисциплинарные научно-исследовательские проекты.
	- формирование ответственности за профессиональный выбор, профессиональное развитие и профессиональные решения <b>(B18)</b>	Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования у студентов ответственности за свое профессиональное развитие посредством выбора студентами индивидуальных образовательных траекторий, организации системы общения между всеми участниками образовательного процесса, в том числе с использованием новых информационных технологий.
	- формирование научного мировоззрения, культуры поиска нестандартных научно-технических/практических решений, критического отношения к исследованиям лженаучного толка <b>(B19)</b>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Основы научных исследований", «"Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования понимания основных принципов и способов научного познания мира, развития исследовательских качеств студентов посредством их вовлечения в исследовательские проекты по областям научных исследований.</li> </ul> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин/практик "Введение в специальность", "Основы научных исследований", "Учебная практика (научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)" для:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- формирования способности отделять настоящие научные исследования от лженаучных посредством проведения со студентами занятий и регулярных бесед;</li> <li>- формирования критического мышления, умения рассматривать различные исследования с экспертной позиции посредством обсуждения со студентами современных исследований, исторических предпосылок появления тех или иных открытий и теорий.</li> </ul>

<p>- формирование навыков коммуникации, командной работы и лидерства <b>(B20)</b>;</p> <p>- формирование способности и стремления следовать в профессии нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения <b>(B21)</b>;</p> <p>- формирование творческого инженерного/профессионального мышления, навыков организации коллективной проектной деятельности <b>(B22)</b></p>	<p>1.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для развития навыков коммуникации, командной работы и лидерства, творческого инженерного мышления, стремления следовать в профессиональной деятельности нормам поведения, обеспечивающим нравственный характер трудовой деятельности и неслужебного поведения, ответственности за принятые решения через подготовку групповых курсовых работ и практических заданий, решение кейсов, прохождение практик и подготовку ВКР.</p> <p>2.Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для:</p> <p>- формирования производственного коллективизма в ходе совместного решения как модельных, так и практических задач, а также путем подкрепление рационально-технологических навыков взаимодействия в проектной деятельности эмоциональным эффектом успешного взаимодействия, ощущением роста общей эффективности при распределении проектных задач в соответствии с сильными компетентностными и эмоциональными свойствами членов проектной группы.</p>	<p>Использование воспитательного потенциала дисциплин профессионального модуля для формирования базовых навыков информационной безопасности через изучение последствий халатного отношения к работе с информационными системами, базами данных (включая персональные данные), приемах и методах злоумышленников, потенциальном уроне пользователям.</p>
<p>- формирование культуры информационной безопасности <b>(B23)</b></p>		
<p><b>УГНС 12.00.00 «Фотоника, приборостроение, оптические и биотехнические системы и технологии»:</b></p> <p>- формирование коммуникативных навыков в области проектирования и производства точных приборов и измерительных систем</p>		<p>1. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Схемотехника измерительных устройств", "Технология приборостроения", "Конструирование измерительных приборов" для формирования навыков коммуникации в профессиональной сфере проектирования и производства точных приборов и измерительных систем посредством выполнения курсовых работ/проектов с последующей защитой их результатов.</p> <p>2. Использование воспитательного потенциала профильных дисциплин "Системы автоматизированного проектирования и конструирования",</p>

	<b>(B29);</b>  - формирование сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения, их понимания и приятия  <b>(B30)</b>	"Цифровое проектирование приборов и систем", "Компьютерное проектирование мехатронных систем" для формирования сознательного отношения к нормам и правилам цифрового поведения посредством выполнения индивидуальных и групповых заданий, связанных с вовлечением передовых цифровых технологий.
--	---	--

## 4 СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины в 6 семестре составляет 2 зачетные единицы, 72 часа.

№ п/п	Раздел учебной дисциплины	Недели	Виды учебной деятельности, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)					Текущий контроль успеваемости (неделя, форма)	Аттестация раздела (неделя, форма)	Максимальный балл за раздел
			Лекции	Практич. занятия	Самостоят. работа					
6 семестр										
1	Раздел 1	1-9	6	12	18		T1-5	T2-9	25	
2	Раздел 2	10-14	4	6	10		T3-12	T4-14	15	
3	Раздел 3	15-18	4	4	8		РГР-16	T5-18	10	
Итого			14	22	36					
Зачет			-							0-50
Итого за семестр									0-100	

### 4.1 Содержание лекций

#### Раздел 1

Тема 1.1 Классификация электротехнологических установок и систем.

Применение электронагрева в промышленности и в быту

Тема 1.2 Принцип действия и схематическое устройство электрических печей и электронагревательных установок

Тема 1.3 Материалы, используемые в электропечестроении

Огнеупорные материалы и их свойства. Жаропрочные материалы, применяемые в печестроении. Требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам. Материалы для электронагревательных элементов печей.

#### Тема 1.4 Типы электрических печей сопротивления и их классификация

Конструкция электрических печей сопротивления косвенного действия. Конструкция установок прямого нагрева. Тепловой расчет электрических печей сопротивления. Методы расчета электрических и тепловых параметров печей сопротивления.

#### Тема 1.5 Установки спецнагрева

Установки плазменного нагрева. Принцип действия и области промышленного применения плазменных нагревательных устройств. Устройство и рабочий процесс электродугового плазмотрона. Плавильные плазменные печи. Плазменные технологические процессы

#### Тема 1.6 Электросварочное оборудование

Общие сведения об электросварке. Виды сварки. Ручная дуговая сварка. Автоматическая дуговая сварка. Контактная сварка. Технология сварки. Общая электросхема сварочных аппаратов.

### **Раздел 2**

#### Тема 2.1 Электронно-лучевые установки

Область применения электронно-лучевых печей. Конструктивные особенности и принцип работы электронных плавильных печей.

#### Тема 2.2 Лазерная обработка материалов

Лазерные технологические установки, назначение, конструкция, принцип работы.

#### Тема 2.3 Вакуумные электротехнологические установки

Вакуумные дуговые печи. Назначение и конструкция печей. Технологические процессы и их влияние на конструктивные особенности вакуумных дуговых печей.

#### Тема 2.4 Индукционные вакуумные печи

Разновидности индукционных вакуумных печей. Взрывобезопасность вакуумных печей.

### **Раздел 3**

#### Тема 3.1 Электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий



электрохимической обработки в электролите

Тема 3.3 Дуговой нагрев

Электрическая дуга, сущность явления электрической дуги. Виды разрядов в газах.

Тема 3.4 Лучевой нагрев

Рабочий процесс электроннолучевой установки. Взаимодействие электронного потока с поверхностью материала. Коэффициенты поглощения и отражения. Тепловые процессы, происходящие на поверхности изделия при взаимодействии с источником тепловой энергии. Методики расчета тепловых процессов. Особенности лучевой сварки и резки.

#### **4.2 Темы практических (семинарских) занятий**

1. Дуговые печи, их устройство и классификация.
2. Конструкция установок прямого нагрева.
3. Печи сопротивления косвенного нагрева.
4. Конструкция индукционной плавильной канальной печи без сердечника.
5. Назначение и конструкция руднотермической печи.
6. Конструктивные особенности установок плазменного типа.
7. Расчет тепловых потерь через двухслойную стенку электропечи сопротивления.
8. Электрическая схема сварочного аппарата дуговой сварки.
9. Физические основы индукции.
10. Электродинамические явления в дугах.
11. Схема замещения системы «источник питания – дуга». Статические и динамические вольт-амперные характеристики дуги.

#### **4.3 Темы самостоятельной работы студентов**

1. Подготовка к тестированию №1 (Т1) по разделу 1: «Классификация электротехнологических установок и систем»
2. Подготовка к тестированию №2 (Т2) по разделу 1: «Классификация электротехнологических установок и систем»

3. Подготовка к тестированию №3 (Т3) по разделу 2: «Установки спецнагрева»
4. Подготовка к тестированию №4 (Т4) по разделу 2: «Установки спецнагрева»
5. Подготовка к тестированию по №5 (Т5) разделу 3: «Электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий. Электросварочное оборудование»
6. Выполнение расчетно-графической работы (РГР)
7. Подготовка к зачету

## **5 ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

Согласно требованиям ОС НИЯУ МИФИ по направлению подготовки 12.03.01 «Приборостроение», реализация компетентного подхода должна предусматривать использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся.

Лекционные занятия проводятся в специализированной аудитории с применением мультимедийного проектора в виде учебной презентации или мини-лекции. Мини-лекция является одной из эффективных форм преподнесения теоретического материала. Перед началом лекций или семинара можно использовать метод “мозгового штурма”, связанный с предстоящей темой, что поможет актуализировать ее для участников, выяснить степень их информированности и отношение к теме. Материал излагается на доступном для участников языке. Каждому термину необходимо дать определение. Теорию лучше объяснять по принципу «от общего к частному». Перед тем, как перейти к следующему вопросу, необходимо подытожить сказанное и убедиться, что вы были правильно поняты.

Важно ссылаться на авторитетные источники и подчеркивать, что все сказанное изучено и описано в данной области. По окончании выступления нужно обсудить все возникшие у участников вопросы, затем спросить, как можно использовать полученную информацию на практике и к каким результатам это может привести. Мини-лекции предлагается проводить в интерактивном режиме:

перед объявлением какой-либо информации преподаватель спрашивает, что знают об этом участники.

Учебные материалы предъявляются студентам для ознакомления и изучения, основные моменты лекционных занятий конспектируются.

Особенностью изучения данной дисциплины является освоение физических законов теплопередачи, распространения тепла в материалах. На лекциях используется комплект дидактических материалов по темам: «Классификация электротехнологических установок и систем», «Установки спецагрева», «Электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий», «Электросварочное оборудование».

Контроль самостоятельной работы студентов осуществляется в ходе проведения тестирования, проверки выполнения заданий расчетно-графической работы. Аттестация раздела проводится в виде тестирования.

Используются презентации на следующие темы:

1. Классификация электротехнологических установок и систем;
2. Установки спецагрева;
3. Электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий;
4. Электросварочное оборудование.

**6 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ  
УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ  
ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ  
ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

**Перечень оценочных средств используемых для текущей аттестации**

<b>Код</b>	<b>Наименование оценочного средства</b>	<b>Краткая характеристика оценочного средства</b>	<b>Представление оценочного средства в фонде</b>
T1	Тест №1	Система стандартизированных заданий, позволяющая автоматизировать процедуру	Фонд тестовых заданий
T2	Тест №2		
T3	Тест №3		

T4	Тест №4	измерения уровня знаний и умений обучающегося.	
T5	Тест №5		
РГР	Расчетно-графическая работа	Средство проверки умений применять полученные знания для решения задач определенного типа по теме или разделу	Комплект контрольных заданий по вариантам

### Расшифровка компетенций через планируемые результаты обучения

Связь между формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения представлена в следующей таблице:

Код	Проектируемые результаты освоения дисциплины и индикаторы формирования компетенций			Средства и технологии оценки
	Знать (З)	Уметь (У)	Владеть (В)	
	ОПК-1	31	У1	
ПК-4	32	У2	В2	T1, T2, T3, T4, T5, РГР, 3
ПК-5.4	33	У3	В3	T1, T2, T3, T4, T5, РГР, 3

### Этапы формирования компетенций

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
Раздел 1	Тема 1. Классификация электротехнологических установок и систем. Применение электронагрева в промышленности и в быту	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	T1-5	T2-9	зачет
				T1-5		
				T1-5		
	Тема 2. Принцип действия и	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2,	T1-5		
T1-5						

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации		
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация
1	2	3	4	5	6	7
	схематическое устройство электрических печей и электронагревательных установок		У3, В1, В2, В3	Т1-5		
				Т1-5		
	Тема 3. Материалы, используемые в электропечестроении	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	Т1-5		
				Т1-5		
				Т1-5		
	Тема 4. Типы электрических печей сопротивления и их классификация	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	Т1-5		
				Т1-5		
				Т1-5		
	Тема 5. Установки спецнагрева	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	Т1-5		
				Т1-5		
				Т1-5		
				Т1-5		
Тема 6. Электросварочное оборудование	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	Т1-5			
			Т1-5			
			Т1-5			
Раздел 2	Тема 1. Электронно-лучевые установки	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	Т3-12	Т4-14	
				Т3-12		
				Т3-12		
	Тема 2. Лазерная обработка материалов	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	Т3-12		
				Т3-12		
				Т3-12		

Раздел	Темы занятий	Коды компетенций	Знания, умения и навыки	Виды аттестации			
				Текущий контроль – неделя	Аттестация раздела – неделя	Промежуточная аттестация	
1	2	3	4	5	6	7	
	Тема 3. Вакуумные электротехнологические установки	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	ТЗ-12 ТЗ-12 ТЗ-12			
	Тема 4. Индукционные вакуумные печи	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3	ТЗ-12 ТЗ-12 ТЗ-12			
	Раздел 3	Тема 1. Электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3			РГР-16 РГР-16
		Тема 2. Установки электрохимической окраски. Установки электрохимической обработки в электролите	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3			РГР-16 РГР-16
		Тема 3. Дуговой нагрев	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3			РГР-16 РГР-16 РГР-16
		Тема 4. Лучевой нагрев	ОПК-1 ПК-4 ПК-5.4	31, 32, 33, У1, У2, У3, В1, В2, В3			РГР-16 РГР-16 РГР-16

## Шкала оценки образовательных достижений

Код	Вид оценочного средства	Критерии	Балл	Максимальный балл – минимальный балл
Т.1	Тестовое задание №1	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	10	<b>10 – 8</b>
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	9	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	8	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т.2	Тестовое задание №2	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	15	<b>15 – 13</b>
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	14	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	13	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т.3	Тестовое задание №3	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	<b>5 – 3</b>
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание	н/з	

		не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе		
Т.4	Тестовое задание №4	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	10	<b>10 – 8</b>
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	9	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	8	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
Т.5	Тестовое задание №5	выставляется студенту если 90-100% тестовых вопросов выполнено правильно	5	<b>5 – 3</b>
		выставляется студенту если 80-89% тестовых задач выполнено правильно	4	
		выставляется студенту если 60-79% тестовых задач выполнено правильно	3	
		при ответе студента менее чем на 60% вопросов, тестовое задание не зачитывается и у студента образуется долг, который должен быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе	н/з	
РГР	Расчетно-графическая работа	выставляется студенту если 90-100% заданий работы выполнено правильно	5	<b>5 – 3</b>
		выставляется студенту если 80-89% заданий работы выполнено правильно	4	
		выставляется студенту если 60-79% т заданий работы выполнено правильно	3	
		при правильном выполнении студентом менее чем 60% заданий работы, контрольная работа не зачитывается и у студента образуется долг, который должен	н/з	



		быть закрыт в течении семестра или на зачетной неделе		
3	Зачет	выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на все дополнительные вопросы по курсу с незначительными неточностями, которые студент должен устранить в процессе беседы с преподавателем, в рамках которой он демонстрирует углубленное понимание предмета и владение ключевыми знаниями, умениями и навыками, предусмотренными данной дисциплиной	40-50	<b>50 – 30</b>
		выставляется студенту при правильно написанном билете и при ответе на часть дополнительных вопросов по курсу с демонстрацией базовых знаний, умений и навыков, предусмотренных данной дисциплиной	35-39	
		выставляется студенту при написанных ответах на вопросы билета (допускается содержание некоторых неточностей) и демонстрации базовых знаний, умений и навыков по данной дисциплине	30-34	
		если студент не написал ответ хотя бы на один из вопросов билета и не может ответить на дополнительные компетентностно–ориентированные вопросы	<30	

Итоговая оценка представляет собой сумму баллов, заработанных студентом при выполнении заданий в рамках текущего и промежуточного контроля и выставляется в соответствии с Положением о кредитно-модульной системе в соответствии со следующей шкалой:

Оценка по 5-балльной шкале	Сумма баллов за разделы	Оценка ECTS
5 – «отлично»	90-100	A
4 – «хорошо»	85-89	B
	75-84	C

	70-74	D
3 – «удовлетворительно»	65-69	
	60-64	E
2 – «неудовлетворительно»	Ниже 60	F

Расшифровка уровня знаний, соответствующего полученным баллам, дается в таблице указанной ниже

Оценка по 5-балльной шкале – оценка по ECTS	Сумма баллов за разделы	Требования к знаниям, умениям, навыкам по дисциплине
«отлично» – A	90 ÷ 100	Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, использует в ответе материал монографической литературы.
«хорошо» – D, C, B	70 ÷ 89	Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твёрдо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос.
«удовлетворительно» – E, D	60 ÷ 69	Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала.
«неудовлетворительно» – F	менее 60	Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится студентам, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.

## Вопросы к зачету

1. Классификация электротехнологических установок и систем. Применение электронагрева в промышленности и в быту.
2. Принцип действия и схематическое устройство электрических печей и электронагревательных установок.
3. Материалы, используемые в электропечестроении. Огнеупорные материалы и их свойства. Жаропрочные материалы, применяемые в печестроении. Требования, предъявляемые к теплоизоляционным материалам. Материалы для электронагревательных элементов печей.
4. Типы электрических печей сопротивления и их классификация. Конструкция электрических печей сопротивления косвенного действия. Конструкция установок прямого нагрева. Тепловой расчет электрических печей сопротивления. Методы расчета электрических и тепловых параметров печей сопротивления.
5. Индукционные плавильные печи. Тигельные печи – конструкция, области применения, электрические и энергетические характеристики. Канальные печи – конструкция, области применения, электрические и энергетические характеристики.
6. Дуговые печи. Классификация и области применения дуговых печей. Конструкция дуговых печей. Электрическое оборудование дуговых печей. Дуговые печи косвенного действия, особенности их конструкции. Механизмы перемещения, поворота и наклона печи.
7. Руднотермические печи. Назначение и конструкция печей. Технологические процессы. Восстановительные процессы в руднотермических печах. Конструкция коротких сетей руднотермических печей.
8. Установки спецнагрева. Установки плазменного нагрева. Принцип действия и области промышленного применения плазменных нагревательных устройств. Устройство и рабочий процесс электродугового плазмотрона. Плавильные плазменные печи. Плазменные технологические процессы.
9. Электронно-лучевые установки. Область применения электронно-лучевых печей. Конструктивные особенности и принцип работы электронных плавильных печей.

10. Промышленные установки для диэлектрического нагрева. Конструкция и принцип работы установок. Электрическая схема генератора для диэлектрического нагрева.
11. Электротехнологическое оборудование для процессов сушки материалов и изделий. Электротехнологическое оборудование для обогрева помещений. Конструкция и принцип действия электрокалориферов. Установки инфракрасного излучения.
12. Установки электрошлакового переплава. Области применения и классификация электропечей. Элементы конструкций электрошлаковых печей, технологические процессы.
13. Лазерная обработка материалов. Лазерные технологические установки, назначение, конструкция, принцип работы.
14. Вакуумные электротехнологические установки. Вакуумные дуговые печи. Назначение и конструкция печей. Технологические процессы и их влияние на конструктивные особенности вакуумных дуговых печей.
15. Вакуумные печи сопротивления. Назначение и конструкция печей. Применяемые нагреватели и их конструкция.
16. Индукционные вакуумные печи. Разновидности индукционных вакуумных печей. Взрывобезопасность вакуумных печей.
17. Электросварочное оборудование. Общие сведения об электросварке. Виды сварки. Ручная дуговая сварка. Автоматическая дуговая сварка. Контактная сварка. Технология сварки. Общая электросхема сварочных аппаратов.
18. Электротехнологическое оборудование для нанесения покрытий.
19. Порошковая металлургия. Методы и установки порошковой металлургии.
20. Установки электрохимической окраски. Установки электрохимической обработки в электролите.
21. Нагрев сопротивлением. Теплопередача. Теплопроводность. Методы расчета теплового потока через однослойную и многослойную стенку.
22. Теплоемкость, конвекция. Принудительная и естественная конвекция. Излучение.
23. Индукционный нагрев. Электромагнитное поле, магнитный поток, индукция. Электромагнитные процессы. Магнитная проницаемость. Поверхностный

- эффект. Глубина проникновения электромагнитной волны. Выделение мощности в нагреваемом изделии.
24. Методы расчета: электрических параметров индукционной установки; расчет тепловых потерь; мениска жидкого металла.
  25. Дуговой нагрев. Электрическая дуга, сущность явления электрической дуги. Виды разрядов в газах.
  26. Схема замещения системы “источник питания – дуга”. Статические и динамические вольт-амперные характеристики дуги.
  27. Дуга постоянного тока. Дуга переменного тока. Электродинамические явления в дугах.
  28. Лучевой нагрев. Рабочий процесс электроннолучевой установки. Взаимодействие электронного потока с поверхностью материала. Коэффициенты поглощения и отражения. Тепловые процессы, происходящие на поверхности изделия при взаимодействии с источником тепловой энергии. Методики расчета тепловых процессов. Особенности лучевой сварки и резки.

## **7 УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **7.1 Основная литература**

1. Алиев И. И. Электротехника и электрооборудование: базовые основы: учебное пособие для вузов [Электронный ресурс] / И. И. Алиев. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. — 291 с. — Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — Режим доступа: <https://urait.ru/bcode/492448>.
2. Должиков В.П. Технологии наукоемких машиностроительных производств: учебное пособие [Электронный ресурс] / В.П. Должиков. — 2-е изд., стер. — СПб: Издательство «Лань», 2021. — 304 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/168969#2>.

3. Чередниченко В. С. Электротехнологические установки и системы. Теория и расчеты электропечей сопротивления: учебное пособие [Электронный ресурс] / В. С. Чередниченко. — Новосибирск: НГТУ, 2020. — 292 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/152166>.

## 7.2 Дополнительная литература

1. Астафьева Е.А. Технологии материалов: учебное пособие [Электронный ресурс] / Е.А. Астафьева, Ф.М. Носков, С.И. Почекутов. — Красноярск: Сибирский Федеральный Университет, 2019. — 224 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/157561#3>.

2. Безик В. А. Основы электротехнологий: методические рекомендации [Электронный ресурс] / В. А. Безик, Н. И. Яковенко. — Брянск: Брянский ГАУ, 2018. — 24 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/171979>.

3. Черепахин А.А. и др. Технологические процессы в машиностроении: учебное пособие [Электронный ресурс] / А.А. Черепахин, В.А. Кузнецов. — 3-е изд., стер. — СПб: Издательство «Лань», 2019. — 184 с. — Текст: электронный // Электронно-библиотечная система Лань [сайт]. — Режим доступа: <https://reader.lanbook.com/book/118618#2>.

## 7.3 Периодические издания

1. Электроника. Наука, Технология, Бизнес - Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/25941.html> - Цифровой образовательный ресурс IPR SMART

2. Электронная техника. Серия 3: Микроэлектроника – Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=41329> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

3. Электротехнические и информационные комплексы и системы – Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=26312> - Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ЭБС.

4. Электротехнические комплексы и системы управления – Режим доступа: <http://elibrary.ru/contents.asp?titleid=27785> - Научная электронная библиотека

#### 7.4 Интернет-ресурсы

№	Наименование ресурса	Интернет-ссылка на ресурс
1	Электронная библиотечная система ЮРАЙТ	<a href="https://urait.ru/">https://urait.ru/</a>
2	Электронная библиотечная система «Лань» ООО "Издательство Лань"	<a href="http://e.lanbook.com">e.lanbook.com</a>
3	Электронная библиотечная система IPR BOOKS	<a href="https://www.iprbookshop.ru/">https://www.iprbookshop.ru/</a>
4	Электронная библиотечная система eLIBRARY ООО "РУНЭБ"	<a href="http://elibrary.ru">http://elibrary.ru</a>
5	Научные полнотекстовые ресурсы издательства Springer (архив) Springer Customer Service Center GmbH, обеспечение доступа ФГБУ "ГПНТБ России"	<a href="http://link.springer.com/">http://link.springer.com/</a>
6	Единое окно доступа к образовательным ресурсам	<a href="http://window.edu.ru/">http://window.edu.ru/</a>

### 8 МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Для проведения учебных занятий лекционного и семинарского типа, групповые и индивидуальные консультации, текущего контроля, промежуточной аттестации используются учебные аудитории, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения.

Учебные аудитории для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду вуза.

ТТИ НИЯУ МИФИ обеспечен необходимым комплектом лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения.

Сведения о наличии оборудованных учебных кабинетов, объектов для проведения практических занятий представлены на официальном сайте ТТИ НИЯУ МИФИ: <http://tti-mephi.ru/ttimephi/sveden/objects>