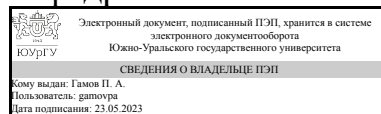


УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



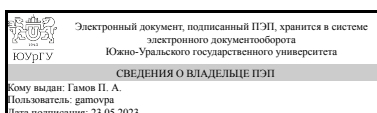
П. А. Гамов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.09 Электротермия в металлургии  
для направления 22.03.02 Металлургия  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Системный инжиниринг металлургических технологий  
форма обучения заочная  
кафедра-разработчик Пирометаллургические и литейные технологии

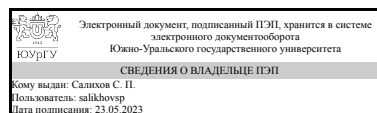
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Металлургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
к.техн.н., доц.



П. А. Гамов

Разработчик программы,  
к.техн.н., доцент



С. П. Салихов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Глобальная цель преподавания и изучения дисциплины - создание системы знаний по электротермии в металлургии, особенностям протекания физико-химических процессов при электротермии, а также знакомство с современными электротехническими установками, агрегатами и технологиями электротермии. Основные задачи - это изучение вопросов: основы теории электротермических установок; способы преобразования электрической энергии в тепловую; законы теплопередачи; материалы, применяемые в электротермических установках; электронагрев сопротивлением; электрическое сопротивление и его физическая сущность; электрическое сопротивление металлических нагревательных элементов; электротермические установки электрообогрева.

## Краткое содержание дисциплины

Рассмотрено устройство и принцип действия электротехнических установок, используемых как на промышленных предприятиях, так и в металлургии. Особое внимание уделено применению электротехнологического оборудования, обеспечивающего надежное электроснабжение и управление электротехнологическими процессами при электротермии. Электротермия. Основы теории электротермических установок. Способы преобразования электрической энергии в тепловую. Законы теплопередачи. Материалы, применяемые в электротермических установках. Электронагрев сопротивлением. Электрическое сопротивление и его физическая сущность. Электрическое сопротивление металлических нагревательных элементов. Электротермические установки электрообогрева. Электрические печи сопротивления. Электрооборудование печей сопротивления. Электронагрев растворов и расплавов. Нагрев электрошлаковых установок. Индукционный и диэлектрический нагрев. Индукционный нагрев. Диэлектрический нагрев. Электроснабжение установок индукционного и диэлектрического нагрева. Установки дугового электрического нагрева. Теория дугового разряда. Ионизация газов. Плазма - четвертое физическое состояние вещества. Электродуговой разряд. Закономерности плазмы электродугового столба. Дуга переменного тока. Регулирование электрической дуги. Дуговые электрические печи. Классификация дуговых электрических печей. Дуговые печи косвенного и прямого действия. Дуговые печи сопротивления: рудно-термические печи. Вакуумные дуговые печи. Плазменные технологии. Получение и применение низкотемпературной плазмы. Плавильные установки с применением плазмы. Плазменная резка и сварка металлов. Плазменное нанесение покрытий.

## 2. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)  | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|--|--|
| ПК-1 Способен использовать физико-математический аппарат, основные понятия, законы и модели термодинамики, химической кинетики, переноса тепла и массы для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности | Знает: основные технологические процессы производства металлов методами электротермии<br>Умеет: использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности<br>Имеет практический опыт: расчета |

|  |   |
|--|---|
|  | электротермических процессов  |
| ПК-3 Способен определять технологические меры для выполнения производственных заданий внепечной обработки стали                            | Знает: роль электротермических процессов при внепечной обработке<br>Умеет: использовать фундаментальные общеинженерные знания<br>Имеет практический опыт: управления технологическими процессами на АКП |
| ПК-4 Способен определять технологические меры для выполнения производственных заданий выплавки полупродукта в дуговой сталеплавильной печи | Знает: роль электротермических процессов В ДСП<br>Умеет: понимать и влиять на электротермические характеристики ДСП<br>Имеет практический опыт: управления технологическими процессами на ДСП           |

### 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана                        | Перечень последующих дисциплин, видов работ   |
|--|---|
| Введение в направление подготовки,<br>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | Бескоксая металлургия железа,<br>Извлечение черных металлов из техногенного сырья,<br>Технология и оборудование сварочного производства,<br>Металлургия ферросплавов,<br>Металлургия чугуна,<br>Металлургия и электрометаллургия стали,<br>Производственная практика (преддипломная) (10 семестр),<br>Производственная практика (технологическая, проектно-технологическая) (6 семестр) |

Требования к «входным» знаниям, умениям, навыкам студента, необходимым при освоении данной дисциплины и приобретенным в результате освоения предшествующих дисциплин:

| Дисциплина                                     | Требования  |
|--|---|
| Введение в направление подготовки              | Знает: последовательность и требования к осуществлению поисковой и аналитической деятельности для решения поставленных задач<br>Умеет: анализировать и систематизировать, и синтезировать информацию, оценивать эффективность процедур анализа проблем и принятия решений в профессиональной деятельности<br>Имеет практический опыт: владеет навыками поиска информации и практической работы с информационными источниками; владеет методами принятия решений |
| Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | Знает: основные принципы работы металлургических предприятий, социальную значимость своей будущей профессии, способы самоорганизации и методы самообразования, основное оборудование для разлива стали, структуру металлургических предприятий<br>Умеет: проводить сбор информации по   |

|  |  |
|--|--|
|  | технологическим процессам, осознавать социальную значимость своей будущей профессии, самоорганизовываться и самообразовываться, проводить визуальный анализ качества металлургической продукции, определять задачи охватывающие различные инженерные дисциплины Имеет практический опыт: сбора и анализа информации по технологическим процессам, знакомства с металлургическими предприятиями, предварительной оценки качества металлургических заготовок |
|--|--|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоемкость дисциплины составляет 2 з.е., 72 ч., 12,25 ч. контактной работы

| Вид учебной работы  | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |
|---|-------------|------------------------------------|
|   |             | Номер семестра                     |
|   |             | 3                                  |
| Общая трудоёмкость дисциплины   | 72          | 72                                 |
| <i>Аудиторные занятия:</i>  | 8           | 8                                  |
| Лекции (Л)  | 4           | 4                                  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ)  | 4           | 4                                  |
| Лабораторные работы (ЛР)  | 0           | 0                                  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>   | 59,75       | 59,75                              |
| Подготовка реферата, презентации и доклада.   | 40          | 40                                 |
| Подготовка к зачету. Теория дугового разряда. Ионизация газов. Плазма - четвертое физическое состояние вещества. Электродуговой разряд. Закономерности плазмы электродугового столба. Дуга переменного тока. Регулирование электрической дуги. Дуговые электрические печи Классификация дуговых электрических печей. Дуговые печи косвенного и прямого действия. Дуговые печи косвенного действия. Дуговые печи прямого действия. Электрическая часть дуговых печей косвенного и прямого действия. Электрические характеристики дуговых печей косвенного и прямого действия. Электромагнитное перемешивание стали в дуговых печах. Электроснабжение дуговых печей косвенного и прямого действия. Дуговые печи сопротивления: рудно-термические печи. Вакуумные дуговые печи. Дуговой разряд в вакуумных дуговых печах. Электрическая часть вакуумных дуговых печей. | 19,75       | 19.75                              |
| Консультации и промежуточная аттестация   | 4,25        | 4,25                               |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)  | -           | зачет                              |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины | Объем аудиторных занятий по видам в часах |
|-----------|----------------------------------|---|
|-----------|----------------------------------|---|

|   |  | Всего | Л | ПЗ | ЛР |
|---|--|-------|---|----|----|
| 1 | Электронагрев сопротивлением   | 1     | 1 | 0  | 0  |
| 2 | ДСП  | 3     | 1 | 2  | 0  |
| 3 | Рудовосстановительные и рафинировочные печи  | 1     | 1 | 0  | 0  |
| 4 | Индукционный и диэлектрический нагрев. Плазменные технологии. Спецэлектрометаллургические агрегаты | 3     | 1 | 2  | 0  |

## 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия   | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
| 1        | 1         | Способы преобразования электрической энергии в тепловую. Законы теплопередачи. Материалы, применяемые в электротермических установках. Электрическое сопротивление и его физическая сущность. Электрическое сопротивление металлических нагревательных элементов. Электротермические установки электрообогрева. Электрические печи сопротивления. Электрооборудование печей сопротивления. Электронагрев растворов и расплавов. Нагрев электрошлаковых установок  | 1            |
| 1        | 2         | ДСП. Теория и технология выплавки стали в ДСП. Теория дугового разряда. Ионизация газов. Плазма - четвертое физическое состояние вещества. Электродуговой разряд. Закономерности плазмы электродугового столба. Дуга переменного тока. Регулирование электрической дуги. Дуговые электрические печи Классификация дуговых электрических печей. Дуговые печи косвенного и прямого действия. Дуговые печи косвенного действия. Дуговые печи прямого действия. Электрическая часть дуговых печей косвенного и прямого действия. Электрические характеристики дуговых печей косвенного и прямого действия. Электромагнитное перемешивание стали в дуговых печах. Электроснабжение дуговых печей косвенного и прямого действия. Дуговые печи сопротивления: рудно-термические печи. Вакуумные дуговые печи. Дуговой разряд в вакуумных дуговых печах. Электрическая часть вакуумных дуговых печей. | 1            |
| 2        | 3         | Электрическое и технологическое оборудование ферросплавных печей. Технологии производства ферросплавов  | 1            |
| 2        | 4         | Теоретические основы индукционного нагрева. Индукционные плавильные установки. Индукционные установки для нагрева. Теоретические основы диэлектрического нагрева. Установки диэлектрического нагрева. Электроснабжение установок индукционного и диэлектрического нагрева. Получение и применение низкотемпературной плазмы. Плавильные установки с применением плазмы. Плазменная резка и сварка металлов. Плазменное нанесение покрытий. Электрическое и технологическое спецэлектрометаллургическое оборудование и технологии  | 1            |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара                   | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1         | 2         | ДСП. Теория и технология выплавки стали в ДСП.  | 2            |
| 2         | 4         | Электрическое и технологическое спецэлектрометаллургическое оборудование и технологии | 2            |

## 5.3. Лабораторные работы



|   |   |                  |                                       |   |    |   | в ПА  |
|---|---|------------------|---------------------------------------|---|----|---|-------|
| 1 | 3 | Текущий контроль | Презентация реферата, доклад и защита | 1 | 35 | <p>Количество слайдов более 10 – 2 балла, менее 10 – 1 балл.</p> <p>Длительность доклада: Доклад до 5 минут – 1 балл, 5-10 минут – 2 балла, 10 минут – 15 минут – 3 балла, 15 минут – 20 минут – 4 балла, более 20 минут – 1 балл.</p> <p>Доклад без чтения по листочку – 5 баллов</p> <p>На слайдах в презентации есть рисунки, таблицы и схемы – 3 балла.</p> <p>В презентации представлены цель, задачи, выводы – 3 балла.</p> <p>Своевременность сдачи презентации.</p> <p>Презентация сдана в срок – 3 балла.</p> <p>Презентация сдана с задержкой в одну неделю – 2 балла. Презентация сдана с задержкой в две недели – 1 балл.</p> <p>Презентация сдана с задержкой более двух недель – 0 баллов.</p> <p>Ответы на вопросы. Ответы на вопросы студентов – за каждый ответ по 2 балла, Правильный ответ на вопрос преподавателя – 5 баллов. Но не более 15 баллов.</p>  | зачет |
| 2 | 3 | Текущий контроль | Реферат                               | 1 | 20 | <p>Соответствие структуры и текста реферата требованиям методических указаний.</p> <p>Полностью соответствует – 5 баллов. За каждую ошибку минус 0,5 баллов.</p> <p>Актуальность. Четко сформулирована – 2 балла. Расплывчатая формулировка – 1 балл. Актуальность не показана – 0 баллов</p> <p>Цель реферата сформулирована.</p> <p>Сформулирована – 1 балл. Отсутствует – 0 баллов</p> <p>Показаны задачи, вытекающие из цели.</p> <p>Показаны две и более задачи – 2 балла.</p> <p>Показана одна задача – 1 балл. Задачи отсутствуют – 0 баллов</p> <p>Сделаны развернутые выводы.</p> <p>Сформулировано более трех выводов – 2 балла. Сформулировано менее трех выводов – 1 балла. Выводы отсутствуют – 0 баллов.</p> <p>Библиографический список. Указанные в тексте ссылки на литературу включают современные зарубежные и российские статьи в научных журналах – 5 баллов, нет современных источников минус 1 балл, нет научных журналов минус 1 балл, – 1 балл, нет зарубежной литературы минус 1 балл, нет ссылок – 0 баллов.</p> <p>Своевременность сдачи реферата Реферат сдан в срок – 3 балла. Реферат сдан с задержкой в одну неделю – 2 балла.</p> <p>Реферат сдан с задержкой в две недели – 1 балл. Реферат сдан с задержкой более двух</p> | зачет |

|   |   |                          |                             |   |    |   |       |
|---|---|--------------------------|-----------------------------|---|----|---|-------|
|   |   |                          |                             |   |    | неделя – 0 баллов.  |       |
| 3 | 3 | Текущий контроль         | активная работа на занятиях | 1 | 20 | Участие в работе на каждом занятии 1 балл за занятие, ответы на вопросы преподавателя - 1 балл за правильный ответ, за каждый вопрос на семинаре - 1 балл (но не больше 3 баллов за семинар). За все семинары не больше 20 баллов.  | зачет |
| 4 | 3 | Промежуточная аттестация | Зачёт                       | - | 10 | На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля. При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Если сумма набранных баллов за мероприятия текущего контроля больше 60%, то выставляется зачтено. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга и может получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения. Процедура проведения промежуточной аттестации следующая: Студенту выдается случайный билет с 2 вопросами. За каждый правильный ответ 5 баллов. Если ответ не полный 4 балла, если ответ с ошибками 3 балла, с грубыми ошибками 2 балла, правильно даны определения на термины в вопросе 1 балл, нет ответа 0 баллов. | зачет |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| зачет                        | <p>На зачете происходит оценивание учебной деятельности обучающихся по дисциплине на основе полученных оценок за контрольно-рейтинговые мероприятия текущего контроля.</p> <p>При оценивании результатов мероприятия используется балльно-рейтинговая система оценивания результатов учебной деятельности обучающихся (утверждена приказом ректора от 24.05.2019 г. № 179). Если сумма набранных баллов за мероприятия текущего контроля больше 60%, то выставляется зачтено. Студент вправе пройти контрольное мероприятие в рамках промежуточной аттестации для улучшения своего рейтинга и может получить оценку по дисциплине согласно п. 2.4 Положения. Процедура проведения промежуточной аттестации следующая: Студенту выдается случайный билет с 2 вопросами. За каждый правильный ответ 5 баллов. Если ответ не полный 4 балла, если ответ с ошибками 3 балла, с грубыми ошибками 2 балла, правильно даны определения на термины в вопросе 1 балл, нет ответа 0 баллов.</p> | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |



### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения   | № КМ |   |   |   |
|-------------|---|------|---|---|---|
|             |   | 1    | 2 | 3 | 4 |
| ПК-1        | Знает: основные технологические процессы производства металлов методами электротермии                                 | +    | + | + | + |
| ПК-1        | Умеет: использовать физико-математический аппарат для решения задач, возникающих в ходе профессиональной деятельности | +    | + | + | + |
| ПК-1        | Имеет практический опыт: расчета электротермических процессов   | +    | + | + | + |
| ПК-3        | Знает: роль электротермических процессов при внепечной обработке  | +    | + | + | + |
| ПК-3        | Умеет: использовать фундаментальные общеинженерные знания   | +    | + | + | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: управления технологическими процессами на АКП  | +    | + | + | + |
| ПК-4        | Знает: роль электротермических процессов В ДСП  | +    | + | + | + |
| ПК-4        | Умеет: понимать и влиять на электротермические характеристики ДСП   | +    | + | + | + |
| ПК-4        | Имеет практический опыт: управления технологическими процессами на ДСП  | +    | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

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

#### Печатная учебно-методическая документация

а) *основная литература:*

Не предусмотрена

б) *дополнительная литература:*

Не предусмотрена

в) *отечественные и зарубежные журналы по дисциплине, имеющиеся в библиотеке:*

1. Электротехника

г) *методические указания для студентов по освоению дисциплины:*

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

*из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:*

1. Методические пособия для самостоятельной работы студента

#### Электронная учебно-методическая документация

| № | Вид литературы      | Наименование ресурса в электронной форме          | Библиографическое описание   |
|---|---------------------|---|--|
| 1 | Основная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Макаров, А.Н. Теплообмен в электродуговых и факельных металлургических печах и энергетических установках. [Электронный ресурс] — Электротехника. СПб. : Лань, 2014. — 384 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/boo">http://e.lanbook.com/boo</a> Загл. с экрана.          |
| 2 | Основная литература | Электронно-библиотечная система                   | Бигеев, В.А. Основы металлургического производства. [Электронный ресурс] — Электротехника. В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольцев, В.М. Салганик. — Электротехника. — СПб. : Лань, 2017. — 616 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/boo">http://e.lanbook.com/boo</a> |

|   |                           |   |   |
|---|---------------------------|---|---|
|   |                           | издательства Лань                                 | — Загл. с экрана.   |
| 3 | Дополнительная литература | Электронно-библиотечная система издательства Лань | Кузнецов, А.В. Элементарная электротехника. [Электронный ресурс] — Электрон. дан. — М. : ДМК Пресс, 2014. — 700 с. — Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/book/73059">http://e.lanbook.com/book/73059</a> — Загл. с экрана.   |
| 4 | Основная литература       | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Рошин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали [Текст] учебник по направлению 150400.68 - "Металлургия" В. Е. Рошин, А. В. Рошин ; Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. — 200 с. — URL: <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476&amp;dtype=F&amp;">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000504476&amp;dtype=F&amp;</a> |
| 5 | Основная литература       | Электронный каталог ЮУрГУ                         | Рошин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали [Текст] учебник по направлению 150400.68 - "Металлургия" В. Е. Рошин, А. В. Рошин ; Урал. гос. ун-т ; ЮУрГУ. - Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ, 2014. — 200 с. — URL: <a href="https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000437414&amp;dtype=F&amp;">https://lib.susu.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&amp;key=000437414&amp;dtype=F&amp;</a> |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -Информационные ресурсы ФГУ ФИПС(бессрочно)

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

| Вид занятий                     | № ауд.  | Основное оборудование, стенды, макеты, компьютерная техника, предустановленное программное обеспечение, используемое для различных видов занятий |
|---------------------------------|---------|--|
| Самостоятельная работа студента | 115 (1) | Видеопроектор; экран 2м. Монитор 19” – 6 шт, терминал с выходом в Интернет– 6 шт.  |
| Лекции                          | 115 (1) | Видеопроектор; экран 2м. Монитор 19” – 6 шт, терминал с выходом в Интернет– 6 шт.  |
| Контроль самостоятельной работы | 115 (1) | Видеопроектор; экран 2м. Монитор 19” – 6 шт, терминал с выходом в Интернет– 6 шт.  |
| Практические занятия и семинары | 115 (1) | Видеопроектор; экран 2м. Монитор 19” – 6 шт, терминал с выходом в Интернет– 6 шт.  |
| Зачет, диф.зачет                | 115 (1) | Видеопроектор; экран 2м. Монитор 19” – 6 шт, терминал с выходом в Интернет– 6 шт.  |