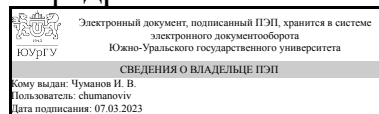


# ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

УТВЕРЖДАЮ:  
Заведующий выпускающей  
кафедрой



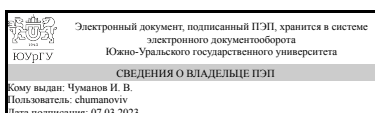
И. В. Чуманов

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

дисциплины 1.Ф.П0.10 Metallургические печи  
для направления 22.03.02 Metallургия  
уровень Бакалавриат  
профиль подготовки Электрометаллургия стали  
форма обучения очная  
кафедра-разработчик Техника и технологии производства материалов

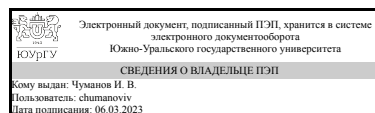
Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия, утверждённым приказом Минобрнауки от 02.06.2020 № 702

Зав.кафедрой разработчика,  
д.техн.н., проф.



И. В. Чуманов

Разработчик программы,  
д.техн.н., проф., заведующий  
кафедрой



И. В. Чуманов

## 1. Цели и задачи дисциплины

Целью дисциплины является подготовка грамотного, эрудированного бакалавра, имеющего достаточный уровень знаний по основам работы металлургических печей и умеющего применять полученные знания в практической работе. Задачи дисциплины: проводить технико-экономический анализ и формулировать основные требования к технологическим процессам производства в металлургических печах; выбирать необходимое печное оборудование с учетом решения задач энерго- и ресурсосбережения, а также защиты окружающей среды от техногенных воздействий производства; выбирать и обосновывать эффективные методы организации производства, его метрологического обеспечения, технического контроля и информационного обслуживания с использованием вычислительной техники; выполнять исследования металлургических процессов и оборудования металлургических печей; оценивать воздействие принятых решений с позиций достижения качества продукции.

## Краткое содержание дисциплины

1. Преимущества электронагрева. Исторический обзор развития электрометаллургии. 2. Общая характеристика электрических печей. 3. Электрическая дуга, как источник тепловой энергии. 4. Рабочее пространство дуговых печей. 5. Футеровка дуговых печей. 6. Механическое оборудование печей. 7. Электрическое оборудование печей. 8. Печи, плавильные установки и оборудование специального назначения: индукционные (открытые и вакуумные); плазменно-дуговые, электронно-лучевые и электрошлакового переплава и другие.

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

| Планируемые результаты освоения ОП ВО (компетенции)   | Планируемые результаты обучения по дисциплине  |
|---|--|
| ПК-3 Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха | Знает: Основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к металлургическим печам<br>Умеет: Рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей; применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты<br>Имеет практический опыт: Владения знанием конструктивных и технологических особенностей металлургических печей; навыками расчета и проектирования металлургических печей различного технологического назначения |

## 3. Место дисциплины в структуре ОП ВО

| Перечень предшествующих дисциплин, видов работ учебного плана  | Перечень последующих дисциплин, видов работ   |
|--|---|
| Введение в направление подготовки,<br>Научно-исследовательская работа,<br>Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | Спецэлектротехнология,<br>Основы проектирования<br>электросталеплавильных участков,<br>Напряженное и деформированное состояния<br>материалов,<br>Механическая обработка и сварка металлов,<br>Производственная практика (преддипломная) (8 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: Основные понятия и определения, используемые в рамках направления подготовки<br>Умеет: Ориентироваться в технических областях профессиональной деятельности; ясно понимать цели своей подготовки на всех этапах обучения<br>Имеет практический опыт: Владения основными понятиями и определениями, используемыми в рамках направления подготовки; пониманием необходимости системного решения технико-экологических проблем  |
| Научно-исследовательская работа                | Знает: Актуальность, теоретическую и практическую значимость избранной темы научного исследования; методики и методологию проведения научных исследований в области профессиональной деятельности<br>Умеет: Обобщать и критически оценивать результаты, полученные отечественными и зарубежными исследователями в области профессиональной деятельности; самостоятельно проводить исследования<br>Имеет практический опыт: Представления результатов проведенного научного исследования в виде аналитического отчета, статьи, выступления, презентации доклада                  |
| Учебная практика (ознакомительная) (2 семестр) | Знает: Методы анализа и обработки результатов экспериментов и наблюдений; правила оформления документации; организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха<br>Умеет: Анализировать полученные результаты методами статистической обработки; представлять результаты, делать выводы, составлять и оформлять отчеты; определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха<br>Имеет практический опыт: Анализа и обработки |

|  |  |
|--|--|
|  | результатов измерений и испытаний; оформления документации в соответствии с требованиями ГОСТ; определения организационных и технических мер для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха |
|--|--|

#### 4. Объём и виды учебной работы

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 6 з.е., 216 ч., 110,5 ч. контактной работы

| Вид учебной работы   | Всего часов | Распределение по семестрам в часах |  |
|--|-------------|------------------------------------|--|
|  |             | Номер семестра                     |  |
|  |             | 6                                  |  |
| Общая трудоёмкость дисциплины  | 216         | 216                                |  |
| <i>Аудиторные занятия:</i>   | 96          | 96                                 |  |
| Лекции (Л)   | 32          | 32                                 |  |
| Практические занятия, семинары и (или) другие виды аудиторных занятий (ПЗ) | 64          | 64                                 |  |
| Лабораторные работы (ЛР)   | 0           | 0                                  |  |
| <i>Самостоятельная работа (СРС)</i>  | 105,5       | 105,5                              |  |
| Подготовка к экзамену  | 29,5        | 29,5                               |  |
| Подготовка и защита практических работ                                     | 36          | 36                                 |  |
| Подготовка к лекционным занятиям   | 40          | 40                                 |  |
| Консультации и промежуточная аттестация                                    | 14,5        | 14,5                               |  |
| Вид контроля (зачет, диф.зачет, экзамен)                                   | -           | экзамен                            |  |

#### 5. Содержание дисциплины

| № раздела | Наименование разделов дисциплины   | Объем аудиторных занятий по видам в часах |   |    |    |
|-----------|--|---|---|----|----|
|           |  | Всего                                     | Л | ПЗ | ЛР |
| 1         | Преимущества электронагрева. Исторический обзор развития электрометаллургии. | 4   | 4 | 0  | 0  |
| 2         | Общая характеристика электрических печей                                     | 4   | 4 | 0  | 0  |
| 3         | Электрическая дуга как источник тепловой энергии                             | 4   | 4 | 0  | 0  |
| 4         | Рабочее пространство дуговых печей   | 16  | 4 | 12 | 0  |
| 5         | Футеровка дуговых печей  | 16  | 4 | 12 | 0  |
| 6         | Механическое оборудование печей  | 16  | 4 | 12 | 0  |
| 7         | Электрическое оборудование печей   | 16  | 4 | 12 | 0  |
| 8         | Печи, плавильные установки и оборудование специального назначения            | 20  | 4 | 16 | 0  |

##### 5.1. Лекции

| № лекции | № раздела | Наименование или краткое содержание лекционного занятия | Кол-во часов |
|----------|-----------|---|--------------|
|          |           |   |              |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 1 | 1 | Преимущества электронагрева. Исторический обзор развития электрометаллургии и перспективы   | 4 |
| 2 | 2 | Общая характеристика электрических печей. Значение электропечей в металлургии. Классификация электрических печей.   | 4 |
| 3 | 3 | Электрическая дуга как источник тепловой энергии. Общие сведения о дуговом разряде. Особенности дуги постоянного и переменного тока. Стабилизация дуги, регулирование её мощности и излучающей способности. Горение дуги в вакууме. Особенности плазменной дуги.  | 4 |
| 4 | 4 | Рабочее пространство дуговых печей. Теплообмен в рабочем пространстве. Основные параметры рабочего пространства   | 4 |
| 5 | 5 | Футеровка дуговых печей. Особенности службы футеровки дуговых печей. Огнеупорные материалы для дуговых печей. Кладка рабочего пространства печи. Охлаждение футеровки стен и свода  | 4 |
| 6 | 6 | Механическое оборудование печей. Типы дуговых сталеплавильных печей. Корпус и сводовое кольцо. 3. Электрододержатели. Механизм зажима и перемещения электродов. Уплотнители электродных отверстий. Механизм наклона, поворота и перемещения корпуса и свода печей | 4 |
| 7 | 7 | Электрическое оборудование и работа дуговых печей. Электрическая схема дуговых печей. Элементы оборудования. Короткая сеть. Электроды. Электрический режим работы печи и его регулирование. Дуговые сталеплавильные печи постоянного тока                         | 4 |
| 8 | 8 | Печи, плавильные установки и оборудование специального назначения. Индукционные (открытые и вакуумные). Плазменно-дуговые. Электронно-лучевые и электрошлакового переплава.   | 4 |

## 5.2. Практические занятия, семинары

| № занятия | № раздела | Наименование или краткое содержание практического занятия, семинара | Кол-во часов |
|-----------|-----------|---|--------------|
| 1         | 4         | Практическая работа 1   | 6            |
| 2         | 4         | Практическая работа 1   | 6            |
| 3         | 5         | Практическая работа 2   | 6            |
| 4         | 5         | Практическая работа 2   | 6            |
| 5         | 6         | Практическая работа 3   | 6            |
| 6         | 6         | Практическая работа 3   | 6            |
| 7         | 7         | Практическая работа 4   | 6            |
| 8         | 7         | Практическая работа 4   | 6            |
| 6         | 8         | Практическая работа 5   | 6            |
| 9         | 8         | Практическая работа 5   | 6            |
| 9         | 8         | Практическая работа 5   | 4            |

## 5.3. Лабораторные работы

Не предусмотрены

## 5.4. Самостоятельная работа студента

| Выполнение СРС        |  |         |              |
|-----------------------|--|---------|--------------|
| Подвид СРС            | Список литературы (с указанием разделов, глав, страниц) / ссылка на ресурс | Семестр | Кол-во часов |
| Подготовка к экзамену | Егоров, А. В. Расчет мощности и  | 6       | 29,5         |

|  |   |   |    |
|--|---|---|----|
|  | параметров электроплавильных печей [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 651300 "Металлургия" и специальности 210200 "Автоматизация технол. процессов и пр-в" / А. В. Егоров. - М. : МИСИС, 2000. - 271 с. : ил.                                 |   |    |
| Подготовка и защита прпрактических работ | Егоров, А. В. Расчет мощности и параметров электроплавильных печей [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 651300 "Металлургия" и специальности 210200 "Автоматизация технол. процессов и пр-в" / А. В. Егоров. - М. : МИСИС, 2000. - 271 с. : ил. | 6 | 36 |
| Подготовка к лекционным занятиям         | Егоров, А. В. Расчет мощности и параметров электроплавильных печей [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 651300 "Металлургия" и специальности 210200 "Автоматизация технол. процессов и пр-в" / А. В. Егоров. - М. : МИСИС, 2000. - 271 с. : ил. | 6 | 40 |

## 6. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации

Контроль качества освоения образовательной программы осуществляется в соответствии с Положением о балльно-рейтинговой системе оценивания результатов учебной деятельности обучающихся.

### 6.1. Контрольные мероприятия (КМ)

| № КМ | Се-местр | Вид контроля     | Название контрольного мероприятия | Вес | Макс. балл | Порядок начисления баллов  | Учитывается в ПА |
|------|----------|------------------|-----------------------------------|-----|------------|--|------------------|
| 1    | 6        | Текущий контроль | Практическая работа 1             | 0,1 | 10         | 10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена. | экзамен          |
| 2    | 6        | Текущий контроль | Практическая работа 2             | 1   | 10         | 10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена. | экзамен          |
| 3    | 6        | Текущий контроль | Практическая работа 3             | 0,1 | 10         | 10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа  | экзамен          |

|   |   |                          |                                     |     |    |  |         |
|---|---|--------------------------|-------------------------------------|-----|----|--|---------|
|   |   |                          |                                     |     |    | выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.   |         |
| 4 | 6 | Текущий контроль         | Практическая работа 4               | 0,1 | 10 | 10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.         | экзамен |
| 5 | 6 | Текущий контроль         | Практическая работа 5               | 0,1 | 10 | 10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.         | экзамен |
| 6 | 6 | Текущий контроль         | Практическая работа 6               | 0,1 | 10 | 10 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 8-9 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 6-7 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 5 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена.         | экзамен |
| 7 | 6 | Текущий контроль         | Тестирование по лекционным занятиям | 0,2 | 20 | 18-20 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 15-17 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 12-14 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 13 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена. | экзамен |
| 8 | 6 | Промежуточная аттестация | Экзамен                             | -   | 20 | 18-20 баллов - работа имеет до 10 % ошибок. Работа зачтена. 15-17 баллов - работа выполнена с 10 до 20 % ошибок. Работа зачтена. 12-14 баллов - работа выполнена с 20 до 30 % ошибок. Работа зачтена. 13 баллов и менее - работа выполнена с более 30 % ошибок. Работа не зачтена. | экзамен |

## 6.2. Процедура проведения, критерии оценивания

| Вид промежуточной аттестации | Процедура проведения  | Критерии оценивания                     |
|------------------------------|---|---|
| экзамен                      | Выставляется на очном экзамене при условии успешного выполнения всех контрольных мероприятий, предусмотренных рабочей программой учебной дисциплины (посещение лекционных занятий, выполнение практических заданий и аудиторных контрольных мероприятий). | В соответствии с пп. 2.5, 2.6 Положения |

### 6.3. Паспорт фонда оценочных средств

| Компетенции | Результаты обучения  | № КМ |   |   |   |   |   |   |   |
|-------------|--|------|---|---|---|---|---|---|---|
|             |  | 1    | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| ПК-3        | Знает: Основные закономерности химических и физико-химических процессов, процессов массопереноса применительно к металлургическим печам  | +    | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-3        | Умеет: Рассчитывать и анализировать процессы горения топлива и тепловыделения, внешнего и внутреннего теплообмена в печах различного технологического назначения, выбирать рациональные температурные и тепловые режимы работы металлургических печей; применять типовые подходы по обеспечению безопасности жизнедеятельности и экологической чистоты | +    | + | + | + | + | + | + | + |
| ПК-3        | Имеет практический опыт: Владения знанием конструктивных и технологических особенностей металлургических печей; навыками расчета и проектирования металлургических печей различного технологического назначения  | +    | + | + | + | + | + | + | + |

Типовые контрольные задания по каждому мероприятию находятся в приложениях.

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

#### Печатная учебно-методическая документация

##### а) основная литература:

1. Рябов, А. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности "Металлургия черных металлов" / А. В. Рябов, И. В. Чуманов, М. В. Шишимиров. - М. : Теплотехник, 2007. - 188 с. : ил.
2. Егоров, А. В. Расчет мощности и параметров электроплавильных печей [Текст] : учеб. пособие для вузов по направлению 651300 "Металлургия" и специальности 210200 "Автоматизация технол. процессов и пр-в" / А. В. Егоров. - М. : МИСИС, 2000. - 271 с. : ил.

##### б) дополнительная литература:

1. Воителев, В. В. Механическое оборудование печей [Текст] : учеб. пособие для металлург. специальностей вузов / В. В. Воителев, Е. И. Могилевский. - М. : Metallurgy, 1991. - 148 с. : ил.
2. Кривандин, В. А. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей [Текст] : учеб. для металлург. техникумов. В 2 т. Т. 1. Теория и конструкции металлургических печей / В. А. Кривандин, Ю. П. Филимонов ; под науч. ред. В. А. Кривандина. - 2-е изд., перераб. и доп. - М. : Metallurgy, 1986. - 478 с. : ил.

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

1. Электрометаллургия [Текст] : науч.-техн. журн. / Департамент экономики металлург. комплекса М-ва экономики Рос. Федерации. – М., 1998-2013.
2. Сталь [Текст] : ежемес. междунар. науч.-техн. и произв. журн. / Междунар. союз металлургов, Ком. Рос. Федерации по металлургии. – М., Metallurgy, 1946-



3. Известия высших учебных заведений. Черная металлургия [Текст] : науч.-техн. журн. / Сиб. гос. индустр.ун-т, Гос. технолог. ун-т «Моск. гос. ин-т стали и сплавов» (МИСиС). – М., МИСИС, 1960-
4. Металлург [Текст] : науч.-техн. и произв. журн. / Центр. Совет Горно-метал. профсоюза России, Профцентр «Союзметалл», Ассоц. промышленников горно-метал. компл. России (АМРОС), Ассоц. доменщиков (АССОД). – М., Металлургия, 1993-
5. Черные металлы [Текст] : журн. по актуальным проблемам металлургии, машиностроения и приборостроения зарубеж. стран : пер. с нем. / Изд-во «Металлургия», ред. журн. – М., Металлургия, 2003-2008, 2014.
6. Новости черной металлургии за рубежом [Текст] : ежекв. журн. / Центр. науч.-исслед. ин-т информ. и техн.-экон. исслед. черной металлургии. – М., 2005-
7. Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия : Металлургия [Текст] : журн. / Юж.-Урал. гос. ун-т. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2009–2012. <http://vestnik.susu.ac.ru/>
8. Бюллетень научно-технической и экономической информации. Черная металлургия [Текст] / ОАО «Черметинформация». – М., 2006-2012.

г) методические указания для студентов по освоению дисциплины:

1. Рябов, А. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности «Металлургия черных металлов» / А. В. Рябов, И. В. Чуманов, М. В. Шишимиров ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ.металлургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 188 с. : ил.

из них: учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студента:

1. Рябов, А. В. Современные способы выплавки стали в дуговых печах [Текст] : учеб. пособие для вузов по специальности «Металлургия черных металлов» / А. В. Рябов, И. В. Чуманов, М. В. Шишимиров ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Златоуст. фил., Каф. Общ.металлургия ; ЮУрГУ. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 188 с. : ил.

### 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] : учеб. пособие / А. Н. Макаров. – Электрон. дан. – СПб. и др. : Лань, 2014. – 384 с. – Режим доступа: <a href="http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50681">http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=50681</a> – Загл. с экрана. |

Перечень используемого программного обеспечения:

1. Microsoft-Office(бессрочно)
2. РТС-MathCAD(бессрочно)

Перечень используемых профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

1. -База данных ВИНТИ РАН(бессрочно)
2. -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                         |
|---------------------------------|------------|--|
| Экзамен                         | 311<br>(4) | Компьютерный класс   |
| Самостоятельная работа студента | 311<br>(4) | Компьютерный класс   |
| Самостоятельная работа студента | 211<br>(4) | Библиотека, компьютер  |
| Пересдача                       | 402<br>(2) | Компьютерный класс   |
| Контроль самостоятельной работы | 402<br>(2) | Компьютерный класс   |
| Лабораторные занятия            | 123<br>(4) | Индукционные печи (емкость 6, 20 и 40 кг), комплект изложниц, сталеразливочные ковши, система газоочистки, баллоны с аргоном, раскислители, науглероживатели, легирующие |
| Лекции                          | 302<br>(4) | Компьютер, проектор, аудиосистема, интерактивная доска   |