

Документ подписан простав в электронном виде  
Информация  
ФИО: Кудашов Дмитрий Викторович  
Должность: Директор Высшего филиала НИТУ "МИСИС"  
Дата подписания: 30.08.2024 09:59:10  
Уникальный программный ключ:  
619b0f1717227a6c5c9c00aabb42f2de121f088

Рабочая программа утверждена  
решением Учёного совета  
ВФ НИТУ «МИСИС»  
от «30» мая 2024г.  
протокол № 7-24

## Рабочая программа дисциплины (модуля) Теория и технология производства стали

Закреплена за кафедрой  
Направление подготовки  
Профиль

Электрометаллургии  
22.03.02 Metallургия  
Металлургия черных металлов

Квалификация **бакалавр**  
Форма обучения **заочная**  
Общая трудоемкость **4 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 144  
в том числе: экзамен 5  
аудиторные занятия 54  
самостоятельная работа 54  
часов на контроль 36

Формы контроля в семестрах:

### Распределение часов дисциплины по семестрам

| Семестр<br>(<Курс>.<Семестр на<br>курсе>) | 5 (3.1)   |     | Итого |     |
|---|-----------|-----|-------|-----|
|   | Неделя 19 |     |       |     |
| Вид занятий                               | УП        | РП  | УП    | РП  |
| Лекции                                    | 18        | 18  | 18    | 18  |
| Практические                              | 36        | 36  | 36    | 36  |
| Итого ауд.                                | 54        | 54  | 54    | 54  |
| Контактная работа                         | 54        | 54  | 54    | 54  |
| Сам. работа                               | 54        | 18  | 54    | 18  |
| Часы на контроль                          | 36        | 36  | 36    | 36  |
| Итого                                     | 144       | 108 | 144   | 108 |

Программу составил(и):

*к.тн, Доц., Комолова Ольга Александровна*

Рабочая программа

**Теория и технология производства стали**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования - бакалавриат Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ЭМ-24 .plx Metallургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСИС" 28.12.2023, протокол № 5-23

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрометаллургии**

Протокол от 27.05.2024 г., № 9

Зав. кафедрой Еланский Д.Г.

### 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ

- |     |   |
|-----|---|
| 1.1 | Научить применять физико-химические, теплофизические, технологические и экономические законы и положения для анализа и разработки оптимальных технологических и конструктивных решений при выплавке стали в сталеплавильных агрегатах и при вне-печной обработке. Рассчитывать и анализировать материало- и энергоёмкость процессов и техногенные воздействия их на окружающую среду, предлагать методы повышения технологических и технико-экономических показателей металлургических процессов. |
|-----|---|

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

|                   |            |
|-------------------|------------|
| Цикл (раздел) ОП: | Б1.В.ДВ.02 |
|-------------------|------------|

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

|       |            |
|-------|------------|
| 2.1.1 | Математика |
|-------|------------|

|       |                  |
|-------|------------------|
| 2.1.2 | Физическая химия |
|-------|------------------|

|       |             |
|-------|-------------|
| 2.1.3 | Информатика |
|-------|-------------|

#### 2.2 Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

|       |  |
|-------|--|
| 2.2.1 | Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР |
|-------|--|

|       |                                       |
|-------|---------------------------------------|
| 2.2.2 | Проектирование металлургических цехов |
|-------|---------------------------------------|

|       |                          |
|-------|--------------------------|
| 2.2.3 | Электрометаллургия стали |
|-------|--------------------------|

|       |                               |
|-------|-------------------------------|
| 2.2.4 | Электрометаллургия спец стали |
|-------|-------------------------------|

|       |   |
|-------|---|
| 2.2.5 | Автоматизация производства электростали |
|-------|---|

|       |   |
|-------|---|
| 2.2.6 | Основы автоматизации металлургических процессов |
|-------|---|

### 3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ

**ПК-1: Способен определять организационные и технические меры для выполнения производственных заданий в подразделениях электросталеплавильного цеха**

**ПК-1.2: Проводит анализ причин изменений параметров и показателей процессов выплавки и разлива стали**

**Знать:**

ПК-1.2-31 методы анализа и синтеза изучаемых явлений и процессов

**ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали**

**Знать:**

ПК-1.1-31 основы разработки технологии выплавки заданной марки стали с учетом технико-экономических и экологических показателей

**ПК-1.2: Проводит анализ причин изменений параметров и показателей процессов выплавки и разлива стали**

**Уметь:**

ПК-1.2-У1 выполнять термодинамические расчеты процессов, протекающих при осуществлении выплавки стали

**ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали**

**Уметь:**

ПК-1.1-У1 анализировать процессы выплавки и внепечной обработки стали на основе информации об основных технологических и теплотехнических показателях

**ПК-1.2: Проводит анализ причин изменений параметров и показателей процессов выплавки и разлива стали**

**Владеть:**

ПК-1.2-В1 анализом процессов выплавки, внеагрегатной обработки и разлива стали

**ПК-1.1: Проводит контроль текущих отклонений от заданных величин параметров и показателей процессов производства непрерывнолитых заготовок и (или) слитков стали**

**Владеть:**

ПК-1.1-В1 современными способами расчета и разработки технологии

## 4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ

| Код занятия | Наименование разделов и тем /вид занятия/   | Семестр / Курс | Часов | Компетенции      | Литература и эл. ресурсы              | Примечание |
|-------------|---|----------------|-------|------------------|---------------------------------------|------------|
|             | <b>Раздел 1. Введение.</b>  |                |       |                  |                                       |            |
| 1.1         | Сталь – основной конструкционный материал современности. Современное состояние и новые направления развития процессов сталеплавильного производства. Структура современных металлургических предприятий<br><i>/Лек/</i>   | 5              | 2     | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |            |
| 1.2         | Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников <i>/Ср/</i>   | 5              | 2     | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |            |
|             | <b>Раздел 2. Основы теории сталеплавильных процессов. Основные положения термодинамики процессов.</b>   |                |       |                  |                                       |            |
| 2.1         | Обезуглероживание. Теоретическое обоснование, термодинамические закономерности процесса обезуглероживания. Кинетика обезуглероживания. Применение вакуума в процессах обезуглероживания<br>Дефосфорация. Теоретическое обоснование, термодинамические закономерности процесса дефосфорации. Кинетика процессов дефосфорации.<br>Десульфурация. Теоретическое обоснование, термодинамические закономерности процесса десульфурации. Кинетика процессов десульфурации<br>Растворимость кислорода в жидком железе и в железе – углеродистых и легированных расплавах. Основные виды дефектов вызываемых повышенной концентрацией кислорода в стали . Раскисление стали. Раскисление стали. Термодинамические закономерности процесса комплексного раскисления стали<br>Классификация неметаллических включений. Современные методы контроля неметаллических включений и инженерии включений. Модифицирование включений. Физико-химические закономерности и методы удаления неметаллических включений из жидкого металла <i>/Лек/</i> | 5              | 8     | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |            |
| 2.2         | Основы теории сталеплавильных процессов. Основные положения термодинамики процессов. <i>/Пр/</i>  | 5              | 10    | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |            |
| 2.3         | Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников <i>/Ср/</i>   | 5              | 2     | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |            |
| 2.4         | Выполнение домашних заданий <i>/Ср/</i>   | 5              | 2     | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |            |
|             | <b>Раздел 3. Выплавка полупродукта</b>  |                |       |                  |                                       |            |
| 3.1         | Выплавка стали в кислородном конвертере, ДСП, мартене <i>/Лек/</i>  | 5              | 4     | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |            |

|  |  |   |    |                  |                                       |  |
|--|--|---|----|------------------|---------------------------------------|--|
| 3.2  | Выплавка стали в кислородном конвертере, ДСП, мартене /Пр/   | 5 | 10 | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 3.3  | Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников /Ср/ | 5 | 2  | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 3.4  | Выполнение домашних заданий /Ср/   | 5 | 2  | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| <b>Раздел 4. Внепечная обработка стали.</b>                    |  |   |    |                  |                                       |  |
| 4.1  | Внепечная обработка стали. /Лек/   | 5 | 2  | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 4.2  | Внепечная обработка стали /Пр/   | 5 | 10 | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 4.3  | Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников /Ср/ | 5 | 2  | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 4.4  | Выполнение домашних заданий /Ср/   | 5 | 2  | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| <b>Раздел 5. Разливка стали и основы теории кристаллизации</b> |  |   |    |                  |                                       |  |
| 5.1  | Разливка стали и основы теории кристаллизации /Лек/  | 5 | 2  | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 5.2  | Разливка стали и основы теории кристаллизации /Пр/   | 5 | 6  | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 5.3  | Проработка лекционного материала, самостоятельное изучение литературы, самостоятельное изучение рекомендованных открытых источников /Ср/ | 5 | 2  | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |
| 5.4  | Выполнение домашних заданий /Ср/   | 5 | 2  | ПК-1.1<br>ПК-1.2 | Л1.1 Л1.2<br>Л1.3<br>Л1.4Л2.1<br>Л2.2 |  |

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ

### 5.1. Вопросы для самостоятельной подготовки к экзамену (зачёту с оценкой)

ПК-3.1

Введение в специальность. Сталь – основной конструкционный материал современности. Современное состояние и новые направления развития процессов сталеплавильного производства

Обезуглероживание. Теоретическое обоснование, термодинамические закономерности процесса обезуглероживания. Кинетика обезуглероживания. Применение вакуума в процессах обезуглероживания

Дефосфорация. Теоретическое обоснование, термодинамические закономерности процесса дефосфорации. Кинетика процессов дефосфорации.

Десульфурация. Теоретическое обоснование, термодинамические закономерности процесса десульфурации. Кинетика процессов десульфурации

Растворимость кислорода в жидком железе и в железо – углеродистых и легированных расплавах. Основные виды дефектов вызываемых повышенной концентрацией кислорода в стали . Раскисление стали.

Раскисление стали. Термодинамические закономерности процесса комплексного раскисления стали

Классификация неметаллических включений. Современные методы контроля неметаллических включений и инженерии включений. Модифицирование включений.

Физико-химические закономерности и методы удаления неметаллических включений из жидкого металла  
 Методы внеагрегатной обработки чугуна и стали. Их современное состояние и перспективы  
 Структура электросталеплавильного производства. Особенности сортамента электростали. Типы плавильных и переплавных электропечей.  
 Принцип действия и классификация дуговых сталеплавильных печей (ДСП)  
 Особенности тепловой работы ДСП. Направленный радиационный теплообмен в рабочем пространстве. Теплотехнически-рациональные геометрические размеры ДСП.  
 Электрические параметры, особенности электрооборудования и рабочие характеристики современных высокоомощных высокоимпедансных ДСП.  
 Конструкции и особенности механического оборудования современных ДСП. Огнеупорная футеровка и водоохлаждаемые элементы рабочего пространства.  
 Энергетический баланс и технико-экономические показатели эксплуатации современных ДСП.  
 Мероприятия и конструктивные решения по интенсификации работы ДСП и снижению энергоёмкости технологического процесса выплавки электростали.  
 Применение альтернативных энергоносителей для экономии технологической электроэнергии.  
 Проблемы подготовки шихтовых материалов для ДСП. Расчет металлошихты для выплавки электростали.  
 Подготовка ДСП к плавке. Возможности интенсификации технологического процесса электроплавки.  
 Технология плавки с полным окислением. Окисление углерода, интенсификация процесса обезуглероживания. дефосфорация и десульфурация.  
 Одношлаковая технология выплавки стали в современных сверхмощных ДСП с внепечной обработкой в ковше.  
 Плавка с переплавом легированных отходов.

### 5.2. Перечень работ, выполняемых по дисциплине (модулю, практике, НИР) - эссе, рефераты, практические и расчетно-графические работы, курсовые работы, проекты и др.

Практические занятия (ПК-3.1)  
 Основы теории сталеплавильных процессов. Основные положения термодинамики процессов  
 Выплавка стали в кислородном конвертере, ДСП, мартене  
 Внепечная обработка стали  
 Разливка стали и основы теории кристаллизации

### 5.3. Оценочные материалы, используемые для экзамена (описание билетов, тестов и т.п.)

Экзаменационный билет состоит из 2 заданий: теоретического вопроса и задачи.

к з а м е н а ц и о н н ы й   б и л е т   №   \_1\_

1) Теоретическое обоснование, термодинамические закономерности процесса дефосфорации.

2) Задача

### 5.4. Методика оценки освоения дисциплины (модуля, практики. НИР)

Оценка освоения дисциплины производится на экзамене по экзаменационным билетам.

Оценку "отлично" получает студент своевременно сдавший домашнее задание

Оценку "хорошо" получает студент своевременно сдавший домашнее задание (допускаются ошибки) и представивший доклад

Оценку "удовлетворительно" получает студент, показавший посредственные знания в освоении дисциплины

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

### 6.1. Рекомендуемая литература

#### 6.1.1. Основная литература

|      | Авторы, составители                     | Заглавие   | Библиотека           | Издательство, год        |
|------|---|--|----------------------|--------------------------|
| Л1.1 | Лузгин В.П., Семин А.Е., Комолова О.А.  | Теория и технология металлургии стали: Учебное пособие                         | Методические пособия | Москва, 2010             |
| Л1.2 | Коминов С.В., Ключев М.П.               | Теория и технология металлургии стали: Производство стали: Практикум           | Методические пособия | Москва, 2010             |
| Л1.3 | Семин А.Е., Турсунов Н.К., Косырев К.Л. | Инновационное производство высоколегированной стали и сплавов: учебное пособие | Методические пособия | Москва, 2017             |
| Л1.4 | Воскобойников В.Г., Кудрин В.А.         | Общая металлургия: учебник   | Электронный каталог  | Москва Металлургия, 1985 |

#### 6.1.2. Дополнительная литература

|  | Авторы, составители | Заглавие | Библиотека | Издательство, год |
|--|---------------------|----------|------------|-------------------|
|--|---------------------|----------|------------|-------------------|

|      | Авторы, составители                      | Заглавие   | Библиотека           | Издательство, год |
|------|--|--|----------------------|-------------------|
| Л2.1 | Лузгин В.П., Косырев К.Л., Комолова О.А. | Теория и технология металлургии стали. Энергетика, технология и экология сталеплавильных процессов:<br>Учебно-методическое | Методические пособия | Москва, 2010      |
| Л2.2 | Лузгин В.П., Казаков С.В.                | Металлургия стали. Внепечная обработка:<br>Учебное пособие   | Методические пособия | Москва, 2003      |

### 6.3 Перечень программного обеспечения

|     |                      |
|-----|----------------------|
| П.1 | MS Office            |
| П.2 | LMS Canvas           |
| П.3 | Microsoft PowerPoint |
| П.4 | Microsoft Excel      |
| П.5 | Microsoft Word       |
| П.6 | MS Teams             |

### 6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных

|     |  |
|-----|--|
| И.1 | Scopus <a href="https://www.scopus.com/">https://www.scopus.com/</a> |
|-----|--|

## 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

| Ауд. | Назначение                             | Оснащение  |
|------|--|--|
| 4    | Теория и технология производства стали | компьютер, проектор, экран, интерактивная доска<br>комплект тематических презентаций, доступ к |
| 4    | Теория и технология производства стали | компьютер, проектор, экран, интерактивная доска<br>комплект тематических презентаций, доступ к |
| 4    | Теория и технология производства стали | компьютер, проектор, экран, интерактивная доска<br>комплект тематических презентаций, доступ к |
| 6    | Теория и технология производства стали | Компьютеры, доступ к интернету   |

## 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе. При этом студентам рекомендуется вести конспект лекционного курса, иметь рабочую тетрадь для практических занятий, а также внимательно ознакомиться с методическими указаниями по каждому разделу изучаемой дисциплины. Для изучения дисциплины необходимо использовать литературу, указанную в разделе Содержание.