

Рабочая программа утверждена  
 решением Учёного совета  
 ВФ НИТУ МИСиС  
 от «31» августа 2020г.  
 протокол № 1-20

## Рабочая программа дисциплины (модуля) **Металлургические технологии**

Закреплена кафедрой

Электрометаллургии

Направление подготовки

22.03.02 Металлургия

Профиль

Обработка металлов давлением

Квалификация **Бакалавр**

Форма обучения **заочная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180

Формы контроля в семестрах:

в том числе:

зачет 6 семестр

аудиторные занятия 28

зачет с оценкой 7 семестр

самостоятельная работа 144

часов на контроль 8

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)		7 (4.1)		Итого	
	Неделя		Неделя			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп	уп	рп
Лекции	8	8	8	8	16	16
Практические	6	6	6	6	12	12
Итого ауд.	14	14	14	14	28	28
Контактная работа	14	14	14	14	28	28
Сам. работа	54	54	90	90	144	144
Часы на контроль	4	4	4	4	8	8
<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>108</b>	<b>108</b>	<b>180</b>	<b>180</b>

Программу составил(и):

*дтн, Проф., Сафонов Владимир Михайлович*

Рабочая программа

**Металлургические технологии**

Разработана в соответствии с ОС ВО:

Самостоятельно устанавливаемый образовательный стандарт высшего образования Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС» по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (уровень бакалавриата) (приказ от 02.12.2015 г. № 602 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Metallургия, ОМ-16 ЗО.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.02.2018, протокол № 5-18

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрометаллургии**

Протокол от 26.06.2020 г., №10

Зав. кафедрой Еланский Д.Г.

### 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ

1.1	Сформировать знания по основным теоретическим и технологическим основам производства стали в ДСП, включая выплавку углеродистого полупродукта, ковшовую обработку и разливку стали на МНРС; сформировать способность к аналитическому мышлению при решении ряда технологических задач, сопровождающих производство стали в ЭСПЦ.
-----	--

### 2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Цикл (раздел) ОП:	Б1.В
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Математика
2.1.2	Химия
2.1.3	Экология
2.1.4	Методы контроля и анализа веществ
2.1.5	Моделирование процессов и объектов в металлургии
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Подготовка к процедуре защиты и процедура защиты ВКР
2.2.2	Компьютерное моделирование технологических процессов ОМД
2.2.3	Технологическиелинии и комплексы
2.2.4	Проектирование металлургических цехов

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

<b>ПК-1.1: способность к анализу и синтезу</b>
<b>Знать:</b>
ПК-1.1-31 классификацию и потребительские свойства стали
<b>ОПК-5.1: способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды</b>
<b>Знать:</b>
ОПК-5.1-31 основные принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды
<b>УК-9.2 : способность осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области</b>
<b>Знать:</b>
УК-9.2 -31 теоретические основы процессов окислительного рафинирования
<b>ПК-1.1: способность к анализу и синтезу</b>
<b>Уметь:</b>
ПК-1.1-У1 рассчитывать и анализировать материало- и энергоёмкость продукции на различных стадиях металлургического производства
<b>ОПК-5.1: способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды</b>
<b>Уметь:</b>
ОПК-5.1-У1 анализировать процессы выплавки и внепечной обработки стали на основе рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды
<b>УК-9.2 : способность осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области</b>
<b>Уметь:</b>
УК-9.2 -У1 анализировать преимущества и недостатки двух основных схем производства стали
<b>ПК-1.1: способность к анализу и синтезу</b>
<b>Владеть:</b>
ПК-1.1-В1 навыками решения инженерных задач на базе полученных теоретических знаний
<b>ОПК-5.1: способность применять в практической деятельности принципы рационального использования природных ресурсов и защиты окружающей среды</b>

<b>Владеть:</b>						
ОПК-5.1-В1 оценкой ресурсо-экологических характеристик производственных процессов						
<b>УК-9.2 : способность осуществлять моделирование, анализ и экспериментальные исследования для решения проблем в профессиональной области</b>						
<b>Владеть:</b>						
УК-9.2 -В1 навыками анализа и исследования для решения проблем в профессиональной области						
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ</b>						
Кодзанятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1. Электросталеплавильное производство. Мини металлургический завод.</b>					
1.1	Предпосылки развития технологии сталелитейного модуля, их классификация. Сущность современной технологии производства стали в электропечах. Классификация металлургических мини заводов. Обзор современных, прогрессивных и инновационных вариантов технологии и агрегатов выплавки, ковшовой обработки и разливки в сталелитейном модуле. Концепция построения сталелитейного модуля.	6	4	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
1.2	Анализ особенностей развития и современного состояния металлургии различных стран мира (на базе информации сайта worldsteel.org). Структура и планировка комплекса. Выбор основного технологического оборудования. Принцип взаимодействия основного и вспомогательного оборудования сталеплавильного модуля. Состав и назначение агрегатов электросталеплавильного модуля, особенности технологической схемы и планировки оборудования /Пр/	6	4	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1Л2.2 Л2.3 Л2.4	
1.3	1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	6	32	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
	<b>Раздел 2. Дуговая сталеплавильная печь</b>					
2.1	Классификация электропечей. Конструкция, оборудование и технические параметры ДСП. Электрический ток. Электрическая дуга. Электродинамические явления в дуге. Вольтамперная характеристика электрической дуги. Регулирование параметров электрической дуги. Упрощенная электрическая схема дуговой печи. Коэффициент мощности электроплавильного агрегата. Условия горения электрической дуги в ДСП, электрические потери. Тепловой к.п.д. электрической дуги. Факторы, влияющие на эффективность нагрева ванны электрической дугой в ДСП. Механическое оборудование, средства ввода химической энергии, конструкция футеровки подины, система водяного охлаждения элементов конструкции, газоход и газоочистка. Рабочие характеристики ДСП. Технические характеристики и эксплуатация графитированных электродов. /Лек/	6	4	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	

2.2	Технические характеристики и особенности конструкции ДСП-180 Выксунского металлургического завода. Изучение конструкции и работы ДСП на материалах сайта <a href="http://Steeluniversity.org">Steeluniversity.org</a> /Пр/	6	2	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
2.3	1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	6	22	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
	Контроль	6	4	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
<b>Раздел 3. Технология выплавки углеродистого продукта в ДСП</b>						
3.1	Особенности современной системы сталеплавильной технологии во взаимосвязи с физико-химическими процессами в расплавах железа. Химические реакции в металле и шлаке при выплавке углеродистого полупродукта. Реакции растворения водорода и азота в металле. Способы управления физико- химическими процессами выплавки. Средства и способы управления технологическим процессом выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи. Шихтовые материалы. Способы организации технологического процесса плавления стального лома и окисления примесей в жидком металле. Принципы выбора оптимальных параметров нагрева металла электрической дугой. Окислительные реакции в ванне ДСП. Особенности окисления углерода в современной ДСП. Дефосфорация стали. Технология выплавки углеродистого полупродукта в дуговой сталеплавильной печи. Энергетический и материальный баланс выплавки углеродистого полупродукта в современной ДСП./Лек/	7	2	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
3.2	Выполнение расчетов равновесного состояния с применением программного комплекса GIBBS. Температурная зависимость растворимости кислорода в железе на выпуске из ДСП. Сравнительная оценка равновесного и фактического содержания кислорода и углерода в железе. Зависимость равновесного содержания кислорода и углерода в железе от температуры и давления. Оценка равновесного содержания кислорода и кремния в железе. Оценка равновесного содержания кислорода и алюминия в железе. /Пр/	7	2	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
3.3	1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям и лабораторной работе. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	7	22	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
<b>Раздел 4. Сталеплавильное производство</b>						

4.1	<p>Устройство и принцип работы оборудования АКП. АКП: механическое оборудование, электрооборудование, короткая сеть, конструкция футеровки сталеразливочного ковша и продувочных узлов, система водяного охлаждения. Рабочие характеристики АКП. Средства и способы управления технологией ковшовой обработки стали. Принципы выбора оптимальных параметров нагрева металла электрической дугой и продувки стали инертным газом в сталеразливочном ковше. Энергетический баланс АКП. Основные технологические операции, выполняемые в агрегате ковш-печь. Формирование шлака: оценка состояния шлакового покрова, корректировка химического состава шлака, основные принципы удаление серы из стали, влияние состава и количества шлака, продувки инертным газом на скорость реакции и глубину десульфурации. Нагрев металла: электрический и продувочный режимы, контроль температуры. Перемешивание: усреднение состава и температуры, нагрев, десульфурация, взаимодействие с футеровкой ковша, покровным шлаком и печной атмосферой. Раскисление металла и шлака: глубинное (осаждающее) раскисление, диффузионное раскисление. Раскисление марганцем, кремнием, алюминием, кальцием. Совместноераскисление кремнием, марганцем, алюминием и кальцием. Доводка металла по химическому составу и температуре. Контроль химического состава металла. Вторичное</p>	7	2	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
4.2	<p>Выполнение расчетов равновесного состояния с применением программного комплекса GIBBS. Раскисление и легирование заданной марки стали. Методика оценки интенсивности вдувания инертного газа в сталеразливочный ковш для выполнения технологических операций. Ферросплавы. Выбор ферросплава. /Пр/</p>	7	1	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
4.3	<p>1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/</p>	7	20	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4	
<b>Раздел 5. Вакуумирование стали</b>						

5.1	Основные способы вакуумирования стали в ковше. Сущность и назначение процесса VD. Устройство и принцип работы VD. Возможности дегазации раскисленной стали при продувке инертным газом при атмосферном давлении и под вакуумом. Техника создания вакуума. Механическое оборудование, вакуумное оборудование, система водяного охлаждения, система очистки и охлаждения отходящих газов. Особенности технологии вакуумирования нераскисленной и раскисленной стали. Контроль кондиций стали перед вакуумированием. Набор вакуума: визуальный контроль, поведение шлака, рабочие режимы продувки инертным газом. Выдержка: продолжительность достижения требуемой степени рафинирования, режим продувки, скорость охлаждения стали. Разгерметизация камеры. Рабочие характеристики VD. /Лек/	7	2	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
5.2	Выполнение расчетов равновесного состояния с применением программного комплекса GIBBS. Методика оценки дегазации стали в сталеразливочном ковше /Пр/	7	1	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
5.3	1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	7	24	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4	
<b>Раздел 6. Разливка стали</b>						
6.1	Процесс кристаллизации непрерывнолитого слябового слитка. Основные параметры тонкослябовой МНРС. Основные особенности конструкции тонкослябовой МНРС. Основные функциональные узлы МНРС. Поворотный стенд. Промежуточный ковш. Защитная труба. Подвод металла в кристаллизатор. Кристаллизатор МНРС. Зона вторичного охлаждения. Система мягкого обжатия слитка. Технологический перелив стали на МНЛЗ. Дефекты непрерывнолитой заготовки. /Лек/	7	2	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4	
6.2	Изучение огнеупорных материалов. Демонстрация на холодной модели и анализ поведения металла в кристаллизаторе тонкослябовой МНРС. Работа на модели «Непрерывная разливка стали» на компьютерной модели сайта Steeluniversity.org. /Пр/	7	2	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4	
6.3	1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям и лабораторной работе. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	7	24	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	
	Контроль	7	4	ОПК-5.1 ПК-1.1 УК-9.2	Л1.1 Л1.2 Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4	

## 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

<b>6.1.1. Основная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л1.1	Воскобойников В.Г., Кудрин В.А.	Общая металлургия: учебник	Электронный каталог	Москва Металлургия, 1985
Л1.2	Еланский Д.Г., Линчевский Б.В., Кальменев А.А.	Основы производства и обработки металлов: учебник	Электронный каталог	Москва МГВМИ, 2005
<b>6.1.2. Дополнительная литература</b>				
	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Юсфин Ю.С., Пашков Н.Ф.	Металлургия железа: учебник	Электронный каталог	Москва ИКЦ "Академкнига", 2007
Л2.2	Кудрин В.А., В.А. Шишимиров	Технологические процессы производства стали: учебник	Электронный каталог	Ростов н/Д Феникс, 2017
Л2.3	Еланский Г.Н., Д.Г. Еланский	Строение и свойства металлических расплавов: учебное пособие	Электронный каталог	Москва ЮРАЙТ, 2020
Л2.4	Кудрин В.А., Шишимиров В.А.	Технология производства стали: учебное пособие	Электронный каталог	Москва Альянс, 2017
<b>6.3 Перечень лицензионного программного обеспечения</b>				
П.1	Windows 7 Professional			
П.2	Microsoft Office 2007			
П.3	антивирусное ПО Dr.Web			
П.4	MS Teams			
П.5	LMS Canvas			
<b>6.4. Перечень информационных справочных систем и профессиональных баз данных</b>				
И.1	Научная электронная библиотека <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a>			
И.2	Электронная библиотека МИСиС <a href="http://lib.misis.ru">http://lib.misis.ru</a>			
И.3	ЭБС Университетская библиотека онлайн <a href="http://biblioclub.ru">http://biblioclub.ru</a>			
И.4	Российская платформа открытого образования <a href="http://openedu.ru">http://openedu.ru</a>			
<b>7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b>				
Ауд.	Назначение	Оснащение		
5	Металлургические технологии	<p>Компьютерный класс для проведения практических занятий, занятий лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций:</p> <p>доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (16 шт.)</p> <p>ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций, Виртуальный лабораторный комплекс:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Сталевар электропечи (ДСП)</li> <li>- Сталевар установки внепечной обработки стали: агрегат печь-ковш</li> <li>- Разливщик стали: слябовая машина непрерывного литья заготовок</li> </ul>		



4	Металлургическиетехнологии	Аудитория для проведения занятий лекционного типа, семинарского типа, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: доска классическая, доска интерактивная, компьютер с доступом к сети "Интернет" (1 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО:Windows 7 Professional, MicrosoftOffice 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MS Teams, VisualStudio, комплект тематических презентаций
46	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, имеется подключение к сети "Интернет" и доступ в электронную информационно-образовательную среду: доска классическая, компьютер с доступом к сети "Интернет" (16 шт.), проектор (1 шт.), экран (1 шт.), рабочее место преподавателя, стол (16 шт.), стул (32 шт.) ПО:Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусноеПОDr.Web, MS Teams, Visual Studio

#### 8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ

Дисциплина относится к точным наукам и требует значительного объема самостоятельной работы. Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации.

На практических занятиях и при выполнении домашних занятий осваиваются классические методы решения задач. В начале каждого практического занятия рекомендуется проводить 10-15 минутный тестовый контроль для оценки уровня усвоения материала каждым студентом.

Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации