

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  
Профиль

22.03.02 Metallurgy  
Обработка металлов давлением

Форма обучения **очная**

Общая трудоемкость **5 ЗЕТ**

Часов по учебному плану 180  
в том числе:  
аудиторные занятия 117  
самостоятельная работа 63

Формы контроля в семестрах:  
зачет с оценкой 6 семестр

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	6 (3.2)			
	Неделя 18			
Вид занятий	уп	рп	уп	рп
Лекции	54	54	54	54
Лабораторные	9	9	9	9
Практические	54	54	54	54
Итого ауд.	117	117	117	117
Контактная работа	117	117	117	117
Сам. работа	63	63	63	63
Итого	180	180	180	180

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-19.plx Обработка металлов давлением, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.02.2019, протокол № 6-19

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрометаллургии**

Протокол от 26.06.2020 г., №10

Зав. кафедрой Еланский Д.Г.

<b>1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ</b>	
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.

<b>2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ</b>	
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	Проектированиеметаллургическихцехов

<b>3. РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫЕ С ФОРМИРУЕМЫМИ КОМПЕТЕНЦИЯМИ</b>	
<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>ПК-1.1: способность к анализу и синтезу</b>	
<b>Уметь:</b>	
ПК-1.1-У1 рассчитывать и анализировать материал- 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>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>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ</b>						
Кодзанятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетен-ции	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. /Лек/	6	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.1 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	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 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	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 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	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4	
2.2	Технические характеристики и особенности конструкции ДСП-180 Выксунского металлургического завода. Изучение конструкции и работы ДСП на материалах сайта Steeluniversity.org /Пр/	6	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 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	6	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 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/	6	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 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/	6	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 Л2.3 Л2.4	
3.3	Выполнение лабораторной работы «Выплавка стали в ДСП» на компьютерной модели сайта Steeluniversity.org /Лаб/	6	6	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 Л2.3 Л2.4	
3.4	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/	6	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4	
<b>Раздел 4. Сталеплавнопроизводство</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. Совместное раскисление кремнием, марганцем, алюминием и кальцием. Доводка металла по химическому составу и температуре. Контроль химического состава металла. Вторичное окисление. /Лек/</p>	6	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 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>	6	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 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>	6	9	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 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/	6	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 Л2.3 Л2.4	
5.2	Выполнение расчетов равновесного состояния с применением программного комплекса GIBBS. Методика оценки дегазации стали в сталеразливочном ковше /Пр/	6	8	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 Л2.3 Л2.4	
5.3	Выполнение лабораторной работы «Внепечная обработка стали» на компьютерной модели сайта Steeluniversity.org /Лаб/	6	3	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4	
5.4	1. Работа с конспектом лекций. 2. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. 3. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	6	16	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1 Л1.2Л2.1Л2.2 Л2.3 Л2.4	
<b>Раздел 6. Разливка стали</b>						
6.1	Процесс кристаллизации непрерывнолитого 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 обжата слитка. Технологический перелив стальной МНЛЗ. Дефекты непрерывнолитой заготовки.	6	14	ОПК-5.1 ПК-1.1	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/	6	14	ОПК-5.1 ПК-1.1	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/	6	16	ОПК-5.1 ПК-1.1	Л1.1Л1.2 Л1.2Л2.2 Л2.3 Л2.4	

### 5. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ (Приложение)

### 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

#### 6.1. Рекомендуемая литература

##### 6.1.1. Основная литература

	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

#### 6.1.2. Дополнительная литература

	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. Кудрин, В.А. Шишимиров	Технологические процессы производства стали: учебник	Электронный каталог	Ростов н/Д Феникс, 2017
Л2.3	Еланский Г.Н. 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

#### 6.3 Перечень лицензионного программного обеспечения

П.1	Windows 7 Professional
П.2	Microsoft Office 2007
П.3	антивирусное ПО Dr. Web
П.4	MS Teams
П.5	LMS Canvas

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

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>

### 7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

Ауд.	Назначение	Оснащение
5	Металлургические технологии	Компьютерный класс для проведения практических занятий, занятий лекционного типа, семинарского типа, лабораторных работ, текущего контроля, индивидуальных консультаций, промежуточной аттестации, групповых консультаций: 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.) ПО: Windows 7 Professional, Microsoft Office 2007, Компас, антивирусное ПО Dr. Web, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций, Виртуальный лабораторный комплекс: - Сталеваар электропечи (ДСП) - Сталеваар установки внепечной обработки стали: агрегат печь-ковш - Разливщик стали: слябовая машина непрерывного литья заготовок



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, Microsoft Office 2007, антивирусное ПО Dr.Web, MSTeams, 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, антивирусное ПО Dr.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.