

от «28» июня 2021г.  
протокол № 9-21

## Рабочая программа дисциплины (модуля) Основы металлургии

Закреплена за кафедрой

Направление подготовки

Профиль

Квалификация

Форма обучения

Общая трудоемкость

Часов по учебному плану

в том числе:

аудиторные занятия

самостоятельная работа

часов на контроль

Электromеталлургии

22.03.02 Металлургия

Металлургия черных металлов

**Бакалавр**

**очная**

**3 ЗЕТ**

108 Формы контроля в семестрах:

зачет с оценкой 5

54

25

27

### Распределение часов дисциплины по семестрам

Семестр (<Курс>.<Семестр на курсе>)	5 (3.1)		Итого	
	Неделя			
Вид занятий	УП	РП	УП	РП
Лекции	18	18	18	18
Практические	36	36	36	36
КСР	2	2	2	2
Итого ауд.	54	54	54	54
Контактная работа	56	56	56	56
Сам. работа	25	25	25	25
Часы на контроль	27	27	27	27
Итого	108	108	108	108

Программу составил(и):

*к.тн, Доцент, Лысенкова Елена Валерьевна*

---

---

Рабочая программа

**Основы металлургии**

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 Металлургия (приказ от 02.04.2021 г. № 119 о.в.)

Составлена на основании учебного плана:

22.03.02 Металлургия, ЭМ-21.plx Металлургия черных металлов, утвержденного Ученым советом ВФ НИТУ "МИСиС" 28.06.2021, протокол № 9-21

Рабочая программа одобрена на заседании кафедры

**Электрометаллургии**

Протокол от 26.06.2021 г., №10

Зав. кафедрой Еланский Д.Г. \_\_\_\_\_

**1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ**

1.1	дать обучающемуся необходимый объём знаний по физико-химическим основам металлургических процессов; технологическим особенностям сталеплавильного производства, включая выплавку, ковшовую обработку и разливку стали; обеспечению высокого качества полученного продукта при минимальных энергозатратах; сформировать способность к аналитическому мышлению при решении ряда технологических задач, сопровождающих производство стали.
1.2	Задачи дисциплины: усвоение студентами теоретических знаний и приобретение практических навыков по следующим направлениям:
1.3	физико-химические аспекты процессов производства стали;
1.4	технология кислородно-конвертерного процесса производства стали;
1.5	внепечная обработка стали;
1.6	разливка стали.

**2. МЕСТО В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ**

Цикл (раздел) ОП:	Б1.О
<b>2.1</b>	<b>Требования к предварительной подготовке обучающегося:</b>
2.1.1	Физическая химия
2.1.2	Химия
2.1.3	Теплофизика и теплотехника
<b>2.2</b>	<b>Дисциплины (модули) и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:</b>
2.2.1	Ресурсосбережение в металлургии
2.2.2	Моделирование процессов и объектов в металлургии
2.2.3	Оборудование металлургических цехов

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

**ОПК-2:** Способен участвовать в проектировании и разработке технических объектов, систем и технологических процессов с учетом экономических, экологических и социальных ограничений

**ОПК-2.1:** Демонстрирует знания технических объектов, систем и технологических процессов

**Знать:**

ОПК-2.1-33 об основах технологии выплавки чугуна и стали, их составе и свойствах

ОПК-2.1-32 о составе жидкой стали и чугуна и термодинамических и кинетических превращениях при их производстве;

ОПК-2.1-31 о структуре предприятия полного металлургического цикла и кооперации отдельных производств внутри него;

**Уметь:**

ОПК-2.1-У2 разработать технологию производства стали заданного химического состава

ОПК-2.1-У1 рассчитать расход основных компонентов металлошихты;

**Владеть:**

ОПК-2.1-В2 самостоятельной работы с большим объемом информации в условиях многообразия применяемых терминов, определений и понятий с целью ее обобщения и анализа для использования в практической деятельности

ОПК-2.1-В1 способами решения элементарных и системных задач, связанных с профессиональной деятельностью;

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Компетенции	Литература и эл. ресурсы	Примечание
	<b>Раздел 1. Эволюция системы технологии производства стали</b>					
1.1	Показатель уровня развития человеческого потенциала – основа технологического прогресса. Взаимосвязь уровня технологии и индекса развития человеческого потенциала. Краткая история развития сталелитейной технологии. Классификация марок стали. /Лек/	5	2	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	

1.2	Анализ особенностей развития и современного состояния металлургии различных стран мира (на базе информации сайта worldsteel.org). /Пр/	5	4	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	
1.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	4	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	
	<b>Раздел 2. Общая физико-химическая характеристика технологических процессов сталеплавильного производства</b>					
2.1	Современная система сталеплавильной технологии во взаимосвязи с физико-химическими процессами в расплавах железа. Химические реакции в металле и шлаке при выплавке и ковшовой обработке. Константа равновесия химической реакции. Растворение кислорода в железе. Окисление железа. Реакции взаимодействия растворенных в железе кислорода с углеродом, кремнием, марганцем, фосфором. Распределение серы между металлом и шлаком. Реакции растворения водорода и азота в металле. Способы управления физико-химическими процессами выплавки и разлива стали /Лек/	5	4	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	
2.2	Оценка предела растворимости кислорода в железе. Температурная зависимость растворимости кислорода в железе. Оценка равновесного 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/	5	8	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	
2.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	12	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2Л2.1 Л2.2	
	<b>Раздел 3. Кислородно-конвертерный процесс</b>					
3.1	Схема работы интегрированного завода (комбината). Технология получения передельного чугуна в доменной печи. Требования к химическому составу чугуна, стальному лому и выплавляемой стали. Назначение кислородного конвертера и его конструкция. Периоды плавки в кислородном конвертере. Основные химические реакции и способы управления процессом. Изменение состава металла и шлака, в том числе особенности изменения содержания углерода по ходу плавки. Энергетический баланс плавки. Система очистки и утилизации отходящих газов Качество кислородно-конвертерной стали /Лек/	5	4	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
3.2	Расчет показателей процесса производства стали в кислородном конвертере, состава шихты, состава и количества продуктов плавки (металла, шлака и отходящих газов), материального и теплового баланса выплавки стали, определять технико-экономические показатели работы кислородного конвертера /Пр/	5	8	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	

3.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	3	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
	<b>Раздел 4. Внеагрегатная обработка жидкой стали</b>					
4.1	Устройство и принцип работы оборудования агрегата ковш-печь (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. Совместное раскисление кремнием, марганцем, алюминием и кальцием. Сущность и назначение процесса RH. Устройство и принцип работы RH. Возможности обезуглероживания и дегазации стали под вакуумом. Доводка металла по химическому составу и температуре. Контроль химического состава металла. Техника создания вакуума. Механическое оборудование, вакуумное оборудование, система водяного охлаждения, система очистки и охлаждения отходящих газов. /Лек/	5	4	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
4.2	Оценка результата комплексного раскисления стали. Ферросплавы. Выбор ферросплава для раскисления или легирования заданной марки стали. Методика оценки мощности печного трансформатора. Методика оценки интенсивности вдувания инертного газа в сталеразливочный ковш для выполнения технологических операций. Расчет равновесной концентрации азота и водорода в стали в зависимости от давления /Пр/	5	8	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
4.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	2	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
	<b>Раздел 5. Разливка и кристаллизация стали</b>					

5.1	Процесс кристаллизации непрерывнолитого слитка. Основные типы МНРС. Основные параметры МНРС. Возможности МНРС с разным положением технологической оси. Основные особенности 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. Дефекты непрерывнолитой заготовки. /Лек/	5	4	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
5.2	Расчет жидкой лунки металла. Расчет скорости разливки на МНРС. Демонстрация и обсуждение результатов холодного моделирования поведения потоков стали в кристаллизаторе тонкослябовой МНРС. Демонстрация и обсуждение фильма о разливке стали на слябовой МНРС. Изучение огнеупорных изделий для разливки стали. /Пр/	5	8	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
5.3	Работа с конспектом лекций. Работа с практическими примерами на этапе подготовки к занятиям. Работа по подготовке домашних заданий /Ср/	5	4	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2	
	Контроль	5	27	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2	
	КСР	5	2	ОПК-2.1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.2	

### 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	Кудрин В.А., В.А. Шишириров	Технологические процессы производства стали: учебник	Электронный каталог	Ростов н/Д Феникс, 2017

##### 6.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Библиотека	Издательство, год
Л2.1	Григорян В.А., Стомахин А.Я., Уточкин Ю.И. и др	Физико-химические расчёты электросталеплавильных процессов -2-е изд., перераб. и доп.: Сборник задач с	Методические пособия <a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?DocumentId=2957">http://elibrary.misis.ru/view.php?DocumentId=2957</a>	Москва, 2007
Л2.2	Стомахин А.Ф.	Методические указания к выполнению хронометража и расчету материального баланса электроплавки стали: Учебное пособие	Методические пособия <a href="http://elibrary.misis.ru/view.php?DocumentId=6740">http://elibrary.misis.ru/view.php?DocumentId=6740</a>	Москва, 1988

#### 6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Э1	<a href="http://elibrary.ru/">http://elibrary.ru/</a>	Э1
<b>6.3 Перечень 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
4	Основы металлургии	Аудитория № 4 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, MS Teams, Visual Studio, комплект тематических презентаций
46	Аудитория для самостоятельной работы обучающихся	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
<b>8. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ</b>		
<p>Весь курс разделен на самостоятельные взаимосвязанные части, т.е. имеет модульное построение. Развитие самостоятельности студентов достигается индивидуализацией домашних заданий и вопросов для внутрисеместрового контроля знаний. Это обеспечивается методическими разработками, созданными в электронном формате, существенно повышающими эффективность самостоятельной работы студентов.</p> <p>Лекции проводятся с использованием мультимедийных технологий в специально оборудованных аудиториях, при этом лекционный материал демонстрируется с использованием графического редактора Power Point.</p> <p>При выполнении домашних заданий осваиваются классические методы изучения вопроса. Такая возможность обеспечивается рациональным использованием времени при проведении лекций с широким привлечением мультимедийной техники, и Интернета, а также формированием требований к подготовке студентов по предшествующим дисциплинам.</p> <p>Дисциплина требует значительного объема самостоятельной работы. Отдельные учебные вопросы выносятся на самостоятельную проработку и контролируются посредством текущей аттестации. При этом организуются групповые и индивидуальные консультации. Качественное освоение дисциплины возможно только при систематической самостоятельной работе, что поддерживается системой текущей и рубежной аттестации.</p>		

преподавателю (в часы очных консультаций, через MS Teams или LMS Canvas).

4. Иметь доступ к компьютеру, подключенному к сети Интернет.