МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
(МИНОБРНАУКИ РОССИИ)

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНБАССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ДонГТУ»)

Факультет горно-металлургической промышленности и строительства
Кафедра металлургических технологий

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по
учебной работе
_____Д.В. Мулов

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Оптимизация технологии выплавки стали
(наименование дисциплины)

22.04.02 Металлургия
(код, наименование направления подготовки)

Металлургия черных металлов
(магистерская программа)

Квалификация магистр
(бакалавр/специалист/магистр)

Форма обучения очная, заочная
(очная, заочная)

Алчевск, 2024

1 Цели и задачи дисциплины

Цели дисциплины. Формирование у студентов профессиональных навыков по оптимизации процесса выплавки стали, при использовании новых материалов и дополнительного оборудования.

Задачи изучения дисциплины:

– изучение влияния процесса шлакообразования, физических характеристик и последовательности загрузки материалов-охладителей, а также влияние физико-химических свойств материалов, режима формирования комплексной металлозавалки на основные процессы и технико-экономические показатели выплавки конвертерной стали.

Дисциплина направлена на формирование универсальной компетенции (УК-1, УК-2), общепрофессиональной компетенции (ОПК-1, ОПК-4) и профессиональных компетенций (ПК-1, ПК-3выпускника.

2 Место дисциплины в структуре образовательной программы

Логико-структурный анализ дисциплины: курс входит в элективную часть Блока 1, «Элективные дисциплины (модули)» подготовки студентов по направлению подготовки 22.04.02 – Металлургия.

Дисциплина реализуется кафедрой металлургических технологий.

Входные знания студента базируются на изученных дисциплинах: «Современные проблемы металлургии и материаловедения», «Моделирование и оптимизация технологических процессов», «Энерго и ресурсосбережение в металлургии», «Безотходные технологии в металлургии».

Является основой для изучения следующих дисциплин: «Технологические особенности разливки стали», «Технологические особенности внепечной обработки металлических расплавов», «Технологические особенности выплавки стали», «Научно-исследовательская работа».

Общая трудоемкость освоения дисциплины для очной формы обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (9 ак.ч.) и практические (27 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (72 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачёт.

Общая трудоемкость освоения дисциплины для заочной формы обучения составляет 3 зачетные единицы, 108 ак.ч. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (6 ак.ч.), и практические (6 ак.ч.) занятия и самостоятельная работа студента (96 ак.ч.).

Дисциплина изучается на 2 курсе в 3 семестре. Форма промежуточной аттестации – зачёт.

3 Перечень результатов обучения по дисциплине, соотнесённых с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины «Оптимизация технологии выплавки стали» направлен на формирование компетенций, представленных в таблице 1.

Таблица 1 – Компетенции, обязательные к освоению

Содержание компетенции	Код компетенции по ОПОП ВО	Код и наименование индикатора достижения компетенции
Универсальные компетенции		
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1	УК-1.1 Знает: как осуществлять критический анализ проблемных ситуаций с использованием современных источников информации; методы системного и критического анализа; методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации; как оценить экспериментальные результаты; современное состояние ресурсной базы металлургических предприятий. УК-1.2 Умеет: искать данные о современных методах производства стали; применять методы системного подхода и критического анализа проблемных ситуаций; разрабатывать стратегию действий, принимать конкретные решения для ее реализации; вырабатывать стратегию при проведении исследований; осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода. УК-1.3 Имеет практический опыт: анализа существующих технологий и планирования методов их исследования; системного и критического анализа проблемных ситуаций; постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий; планирования, проведения и анализа экспериментальных данных; оценки перспективности применения ресурсов для производства черных металлов.
Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2	УК-2.1 Знает: методиками планирования работы; основные элементы научной работы; этапы жизненного цикла проекта; методы разработки и управления проектами. УК-2.2 Умеет: управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла; организовать научную работу; разрабатывать проект с учетом анализа альтернативных вариантов его реализации, определять целевые этапы, основные направления работ; управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла. УК-2.3 Имеет практический опыт: планирования, проведения и анализа экспериментальных данных; организации и управления научной работы; разработки и управления проектом; оценки потребности в ресурсах и эффективности проекта
Общепрофессиональные компетенции		

Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии	ОПК-1	ОПК-1.1 Знает: фундаментальные основы строения современных материалов; содержание естественнонаучных и математических дисциплин, составляющих теоретическую основу модулей профильной подготовки. ОПК-1.2 Умеет: выбирать перспективные стали и сплавы для решения производственных задач; решать профессиональные задачи в области металлургии и металлообработки, используя фундаментальные знания, применять фундаментальные знания для решения задач в междисциплинарных областях профессиональной деятельности. ОПК-1.3 Имеет практический опыт: решения исследовательских и производственных задач, относящихся к области металлургии и металлообработки с применением фундаментальных знаний.
Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4	ОПК-4.1 Знает: основные правила поиска и отбора информации связанной и с перспективными материалами; правила поиска и отбора научной информации; основные принципы сбора информации, анализа полученных данных; методы использования информации для подготовки и принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности. ОПК-4.2 Умеет: выбирать перспективные материалы; обрабатывать и хранить информацию, необходимую для проведения научных исследований; применять машинное обучение в практической технической деятельности; самостоятельно искать, анализировать и отбирать необходимую информацию, организовывать, преобразовывать, сохранять и передавать ее. ОПК-4.3 Имеет практический опыт: ведения деятельности, связанной с анализом, синтезом, сравнением, классификацией, структурированием и систематизацией информации; сбора и обработки собранной информации; обработки и анализа данных; принятия решений по оптимизации элементов конструкций.
Профессиональные компетенции		
Способен решать задачи связанные с определением организационных и технических мер для обеспечения производства черных металлов..	ПК-1	ПК-1.1 Знает устройство, состав, назначение, конструктивные особенности, принцип работы, правила эксплуатации и технического обслуживания цехового оборудования, механизмов и приборов по производству черных металлов, технологические переделы, стандарты организации системы менеджмента качества, технические условия на производственную продукцию, теорию, технологию и практику производства черных металлов, типовые технологические инструкции по производству черных металлов, графики проведения планово-предупредительных ремонтов основного технологического оборудования, основные положения организации по оплате и стимулированию труда работников в цеху, порядок и систему сдачи-ввода агрегатов на капитальный ремонт, требования бирочной системы и нарядов-допусков, план мероприятий по локализации и ликвидации последствий аварий, требования охраны труда, промышленной, экологической и пожарной безопасности, методики анализа затрат на производство, специализирован-

		ное программное обеспечение на участках цеха, процедуры ведения технологических, учетных, агрегатных журналов на участках цеха. ПК-1.2 Умеет Планировать работу по выполнению производственного задания на участках цеха, контролировать ведение работниками агрегатных и технологических журналов, учетной документации, произ-водить анализ причин срыва производства, отклонений от технологических режимов при производстве черных металлов и переработке продуктов плавки и формировать отчет, распределять работников по рабочим местам в соответствии с производственной необходимостью и квалификацией, принимать решения о внесении корректировок в технологические процессы производства черных металлов, определять варианты и возможности использования поступившего в цех некондиционного сырья, топлива и других материалов, разрабатывать рекомендации по улучшению качества текущих ремонтов, соблюдению правил эксплуатации, технического обслуживания и устранению причин простоев оборудования, контролировать выполнение контактного графика поставки продукции цеха в подразделения по их переработке, контролировать уровень знаний и соблюдения работниками требований охраны труда, промышленной, пожарной и экологической безопасности, использовать специализированное программное обеспечение для расчетов технологических процессов производства черных металлов. ПК-1.3 Владеет навыками получения (передачи) информации при приемке-сдаче смены о сменном производственном задании, о состоянии технологии и оборудования на участках цеха, информации о работе смежных производств, энергетических цехов и транспортных подразделений, оценки производственной ситуации на участках цеха по приемке сырья, топлива и других материалов в цеху и в подразделениях переработки цеховой продукции, оценки расстановки и наличия технологического и ремонтных работников на объектах цеха, контроля наличия сменного оборудования, вспомогательных материалов, приспособлений и инструментов в объеме нормативного запаса на производственных участках цеха, оценки состояния охраны труда, пожарной, промышленной и экологической безопасности на участках цеха, определения мер по обеспечению бесперебойной работы оборудования участков цеха, принятия решений о вводе регламентируемых корректировок в технологические процессы производства и переработки цеховой продукции, оценки качества и количества шихтовых материалов, поступающих в цех, выявления и анализа причин изменений параметров и показателей протекания технологических процессов на участках.

Способен анализировать, моделировать и совершенствовать процессы производства черных металлов и управлять современными технологическими процессами их получения.	ПК-3	ПК-3.1 Знает: методики расчета материальных и тепловых балансов производства черных металлов; способы анализа, моделирования и совершенствования процессов производства черных металлов; технологические параметры существующих технологий производства черных металлов; особенности технологий производства черных металлов; современное состояние ресурсной базы металлургических предприятий; методы проведения исследований для подтверждения способов совершенствования технологии производства черных металлов. ПК-3.2 Умеет: проводить расчеты тепловых и материальных балансов производства черных металлов; управлять современными технологическими процессами получения черных металлов; искать и анализировать информацию по способам совершенствования процессов производства черных металлов; подбирать параметры работы технологических агрегатов при изменении параметров шихты; анализировать и совершенствовать технологии производства черных металлов; проводить исследование и анализировать полученные результаты. ПК-3.3 Владеет навыками расчетов тепловых и материальных балансов процессов плавки; моделирования современных технологических процессов получения черных металлов; поиска и анализа научной и научно-практической информации; расчетов тепловых и материальных балансов процессов получения черных металлов; моделирования процессов производства черных металлов; планирования и проведения исследований

4 Объём и виды занятий по дисциплине

Общая трудоёмкость учебной дисциплины составляет 3 зачётные единицы, 108 ак.ч.

Самостоятельная работа студента (СРС) включает проработку материалов лекций, подготовку к лабораторным и практическим занятиям, текущему контролю, самостоятельное изучение материала и подготовку к зачёту.

При организации внеаудиторной самостоятельной работы по данной дисциплине используются формы и распределение бюджета времени на СРС для очной формы обучения в соответствии с таблицей 2.

Таблица 2 – Распределение бюджета времени на СРС

Вид учебной работы	Всего ак.ч.	Ак.ч. по семестрам
		3
Аудиторная работа, в том числе:	36	36
Лекции (Л)	9	9
Практические занятия (ПЗ)	27	27
Лабораторные работы (ЛР)	–	–
Курсовая работа/курсовой проект	–	–
Самостоятельная работа студентов (СРС), в том числе:	72	72
Подготовка к лекциям	2	2
Подготовка к лабораторным работам	–	–
Подготовка к практическим занятиям / семинарам	27	27
Расчетно-графическая работа (РГР)	–	–
Реферат (индивидуальное задание)	12	12
Домашнее задание	6	6
Подготовка к контрольной работе	–	–
Подготовка к коллоквиумам	6	6
Аналитический информационный поиск	–	–
Работа в библиотеке	10	10
Подготовка к зачёту	9	9
Промежуточная аттестация – зачёт (З), дифференцированный зачет (Д/З)	З	З
Общая трудоемкость дисциплины		
ак.ч.	108	108
з.е.	3	3

5 Содержание дисциплины

С целью освоения компетенции, приведенной в п.3 дисциплина разбита на 3 темы:

– тема 1 (Введение. Общее устройство кислородного конвертера. Анализ методик расчета материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки.);

– тема 2 (Расчет оптимального состава металлошихты с использованием новых видов материалов. Физико-химические процессы, протекающих при плавке в кислородном-конвертере);

– тема 3 (Разработка технологических решений для совершенствования традиционной конвертерной технологии на основе комплексного анализа результатов физического моделирования и исследований металлургических свойств новых видов материалов);

Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов для очной и заочной формы приведены в таблице 3 и 4 соответственно.

Таблица 3 – Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (очная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
Третий семестр							
1	Введение. Общее устройство кислородного конвертера.	Кислородно-конверторный процесс. Футеровка конвертера. Кислородная фурма. Разновидности кислородно-конвертерного процесса.	3	Анализ методик расчета материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки	6	–	–
2	Физико-химические процессы, протекающих при плавке в кислородном-конвертере.	Конверторный процесс с использованием в шихте нетрадиционных металлических и неметаллических материалов.	3	Расчет оптимального состава металлошихты с использованием новых видов материалов	6	–	–
3	Разработка технологических решений для совершенствования традиционной конвертерной технологии на основе комплексного анализа результатов физического моделирования и исследований металлургических свойств новых видов материалов.	Влияние различных входных факторов на технико-экономические показатели конвертерной плавки.	3	Влияние степени дожигания CO до CO2 на технико-экономические показатели кислородно-конвертерной плавки. Влияние химического состава и температуры жидкого передельного чугуна на технико-экономические показатели кис-	15	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
				лородно-конвертерной плавки. Влияние температуры лома перед завалкой на технико-экономические показатели кислородно-конвертерной плавки. Влияние количества твердого топлива в завалку на технико-экономические показатели кислородно-конвертерной плавки. Влияние температуры перегрева металла на технико-экономические показатели кислородно-конвертерной плавки. Влияние содержания углерода в стали перед раскисле-			

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
				нием на технико-экономические показатели кислородно-конвертерной плавки. Влияние степени загрязненности металлошихты на технико-экономические показатели кислородно-конвертерной плавки.			
	Всего аудиторных часов		9		27	–	–

Таблица 4– Виды занятий по дисциплине и распределение аудиторных часов (заочная форма обучения)

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
1	Введение. Общее устройство кислородного конвертера.	Кислородно-конверторный процесс. Футеровка конвертера. Кислородная фурма. Разновидности кислородно-конвертерного процесса. Конверторный процесс с использованием в шихте нетрадиционных металлических и неметаллических материалов.	3	Анализ методик расчета материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки.	3	–	–
2	Разработка технологических решений для совершен-	Влияние различных входных факторов на технико-экономические показатели конвертерной плавки.	3	Влияние химического состава и температуры	3	–	–

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Содержание лекционных занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Темы практических занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
	ствования традиционной конвертерной технологии на основе комплексного анализа результатов физического моделирования и исследований металлургических свойств новых видов материалов.			жидкого передельного чугуна на технико- экономические показатели кислородно- конвертерной плавки			
	Всего аудиторных часов		6		6	–	–

6 Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины

6.1 Критерии оценивания

В соответствии с Положением о кредитно-модульной системе организации образовательного процесса ФГБОУ ВО «ДонГТУ» (https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкал а.

Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний приведены в таблице 5.

Таблица 5 – Перечень компетенций по дисциплине и способы оценивания знаний

Код и наименование компетенции	Способ оценивания	Оценочное средство
УК-1, УК2, ОПК1, ОПК-4, ПК-1, ПК-3	Зачет	Комплект контролирующих материалов для зачёта

Всего по работе в семестре студент может набрать 100 баллов, в т.ч.:

– практические занятия – всего 50 баллов;

– коллоквиумы (два) – всего 50 баллов.

Зачёт проставляется автоматически, если студент набрал по текущей работе не менее 60 баллов и отчитался за каждую контрольную точку. Минимальное количество баллов по каждому из видов текущей работы составляет 60 % от максимального.

Зачёт по дисциплине «Оптимизация технологии выплавки стали» проводится в форме устного опроса по вопросам, представленным ниже (п.п. 6.5). Билет включает 4 вопроса из приводимого ниже перечня. Билеты на зачёт составляются таким образом, чтобы каждый вопрос относился к различному модулю. Ответ на каждый вопрос оценивается из 25 баллов. Студент на зачёте может набрать до 100 баллов.

Шкала оценивания знаний при проведении промежуточной аттестации приведена в таблице 6.

Таблица 6 – Шкала оценивания знаний

Сумма баллов за все виды учебной деятельности	Оценка по национальной шкале зачёт/экзамен
0-59	Не зачтено/неудовлетворительно
60-73	Зачтено/удовлетворительно
74-89	Зачтено/хорошо
90-100	Зачтено/отлично

6.2 Домашнее задание

Анализ влияния технологических параметров на технико-экономические показатели кислородно-конвертерной плавки (в соответствии с заданным вариантом).

6.3 Темы для рефератов (презентаций) – индивидуальное задание

1) Процесс с верхней кислородной продувкой.
2) Донная кислородная продувка.
3) Комбинированная продувка.
4) Процессы в глуходонных конвертерах с повышенной долей лома в металлошихте.
5) Конвертерная плавка с повышенным расходом лома, вводом нейтрального газа снизу и кислорода – сверху.
6) Кислородно-топливный конвертерный процесс с долей лома в металлошихте 40-50%.
7) Кислородно-конвертерный процесс с высоким расходом лома (до 100%).
8) Конвертеры с оптимизированным использованием энергии – EOP.
9) Продувка фосфористых чугунов. Кал-До процесс. Роторный процесс.
10) Продувка высокомарганцовистых чугунов.
11) Продувка ванадиевых чугунов.
12) Продувка хромсодержащих чугунов.
13) Непрерывный сталеплавильный процесс. Теоретические основы. Варианты непрерывного сталеплавильного процесса.
14) Аргонокислородное рафинирование.
15) Рециркуляция материалов как источник ресурсов для будущего и средство решения экологических проблем

6.4 Оценочные средства для самостоятельной работы и текущего контроля успеваемости

Тема 1. Общее устройство кислородного конвертера. Анализ методик расчета материального и теплового балансов кислородно-конвертерной плавки.

1) Охарактеризуйте схему конвертера и общее описание технологии.
2) Охарактеризуйте тепловой режим при продувках.
3) Что оказывает влияние на тепловую работу конструкции дутьевых устройств?
4) Охарактеризуйте пути повышения температуры чугуна.
5) Охарактеризуйте влияние температуры и состава чугуна на тепловую работу.
6) Охарактеризуйте расход чугуна при использовании различных охладителей.

Тема 2. Физико-химические процессы, протекающих при плавке в кислородном-конвертере.

1) Охарактеризуйте шихтовые материалы и требования к ним.
2) Охарактеризуйте основные способы улучшения теплового баланса кислородно-конвертерного процесса в обычных условиях.
3) Охарактеризуйте тепловую работу конвертеров в зависимости от температурного режима продувки и качества металлолома.
4) Охарактеризуйте подогрев металлолома и его влияние для кислородных конвертеров.
5) Охарактеризуйте перспективы разных методов подогрева металлолома.

Тема 3. Разработка технологических решений для совершенствования традиционной конвертерной технологии на основе комплексного анализа результатов физического моделирования и исследований металлургических свойств новых видов материалов.

1) Допускается ли использование топлива в ходе продувки?
2) Охарактеризуйте продувку жидкой конвертерной ванны факелом горения жидкого и газообразного топлива.
3) Охарактеризуйте применение карбидов кальция и кремния в конвертерном процессе.
4) Охарактеризуйте использование углей в конвертерном процессе.
5) Допускается ли применение в конвертерной плавке отходов производства черных и цветных металлов?
6) Охарактеризуйте печи с оптимизированным использование энергии EOF (энергетически оптимизированная печь).

6.5 Вопросы для подготовки к коллоквиумам и зачёту

1) Какое количество извести должно храниться в сталеплавильном цехе?
2) Охарактеризуйте Процесс с верхней кислородной продувкой.
3) Рециркуляция материалов как источник ресурсов для будущего и средство решения экологических проблем.
4) Какой срок хранения извести в цехе?
5) Охарактеризуйте донную кислородную продувку.
6) Охарактеризуйте комбинированную продувку.
7) Какие существуют средства интенсификации плавки в кислородном конвертере?
8) Охарактеризуйте автоматическую систему управления технологией кислородно-конвертерной плавки.
9) Какие процессы в глуходонных конвертерах с повышенной долей лома в металлошихте?
10) Охарактеризуйте конвертерную плавку с повышенным расходом лома, вводом нейтрального газа снизу и кислорода – сверху.
11) Какое соотношение между различными видами металлосодержащих шихтовых материалов, их влияние на качество выплавляемого металла?
12) Охарактеризуйте оборудование для подготовки металлического лома.
13) Какие нормативные требования по заготовке, хранению и подготовке лома к плавке?
14) Охарактеризуйте кислородно-топливный конвертерный процесс с долей лома в металлошихте 40-50%.
15) Охарактеризуйте кислородно-конвертерный процесс с высоким расходом лома (до 100%).
16) Охарактеризуйте конвертеры с оптимизированным использованием энергии – ЕОР.
17) Охарактеризуйте продувку фосфористых чугунов, кал-До процесс, роторный процесс.
18) Охарактеризуйте специфику работ, связанных с использованием жидкого чугуна в сталеплавильном цехе.
19) Охарактеризуйте продувку высокомарганцовистых чугунов.
20) Охарактеризуйте продувку ванадиевых чугунов.
21) Охарактеризуйте продувку хромсодержащих чугунов.
22) Охарактеризуйте непрерывный сталеплавильный процесс. Теоретические основы. Варианты непрерывного сталеплавильного процесса.
23) Охарактеризуйте аргонокислородное рафинирование.
24) Охарактеризуйте шихтовые материалы и требования к ним.
25) Охарактеризуйте основные способы улучшения теплового баланса кислородно-конвертерного процесса в обычных условиях.
26) Охарактеризуйте тепловую работу конвертеров в зависимости от температурного режима продувки и качества металлолома.
27) Охарактеризуйте подогрев металлолома и его влияние для кислородных конвертеров.

28) Охарактеризуйте перспективы разных методов подогрева металлолома.
29) Допускается ли применение в конвертерной плавке отходов производства черных и цветных металлов?
30) Охарактеризуйте печи с оптимизированным использование энергии EOF (энергетически оптимизированная печь).

6.6 Примерная тематика курсовых работ

Не предусмотрено.

7 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

7.1 Рекомендованная литература

Основная литература

1. Современные проблемы металлургии: учебно-методическое пособие к практическим занятиям для студентов-магистрантов всех форм обучения, обучающихся по направлению подготовки 22.04.02 / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: В.Н. Гущин, Г.А Геворгян, - Нижний Новгород, 2020. – 40 с. [Электронный ресурс]. ─ Режим доступа: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/instit_fakul_kaf_shkoly/ifhtim/kaf_mto/metod/95.pdf?ysclid=lq2ol5mcw4133540654 Дата обращения: 20.07.2024.

2. Самойлов, М.В. Основы энергосбережения: учеб. Пособие [текст] / М.В. Самойлов, В.В. Паневчик, А.Н. Ковалев – Минск : БГЭУ,2022 -198с. То же [Электронный ресурс]. ─ Режим доступа: https://reallib.org/reader?file=568343 Дата обращения: 20.07.2024.

3. Методические указания к выполнению расчетных заданий по дисциплинам «Теоретические основы сталеплавильных процессов», «Теория и технология производства стали 1» : (для студ. напр. подготовки 22.03.02 «Металлургия» 2 и 3 курса всех форм обуч.) / сост.: С.В. Куберский, О.В. Федотов, М.И. Воронько ; Каф. Металлургии черных металлов . ─ Алчевск : ГОУ ВО ЛНР ДонГТИ, 2021 . ─ 58 с. https://library.dstu.education/list.php?reallist=2&IDlist=Q_3

4. Протасов, А.В. Рафинирование стали в процессе разливки: монография / А.В. Протасов, Б.А. Сивак, Л.А. Смирнов. – Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2023. – 328 с. : ил., табл. https://moodle.dstu.education/mod/assign/view.php?id=109288

Дополнительная литература

1. Кудрин, В.А. Металлургия стали: учебник для студ. Вузов [текст] / В.А. Кудрин. – М.: Металлургия, – 1989. – С. 560. https://moodle.dstu.education/mod/assign/view.php?id=109288

2. Металлургия черных металлов: учебник для студ. вузов / В.И. Коротич, С.Г. Братчиков. – М.: Металлургия, – 1987. – С. 240. https://moodle.dstu.education/mod/assign/view.php?id=109288

3. Воскобойников, В.Г. Общая металлургия: учебник для вузов [текст] / В.Г. Воскобойников, В.А. Кудрин, А.М. Якушев; под ред. В.Г. Воскобойникова. – М.: Металлургия, – 1985. – С. 480. https://moodle.dstu.education/mod/assign/view.php?id=109288

4. Бойченко, Б.М. Конвертерное производство стали: теория, технология, качество стали, конструкции агрегатов, рециркуляция материалов и экология [Текст] / Учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / Б.М. Бойченко, В.Б. Охотский, П.С. Харлашин – Учебник. –

Днепропетровск: Днепр-ВАЛ, 2006. – 454 с. https://moodle.dstu.education/mod/assign/view.php?id=109288

5. Кудрин, В. А. Теория и технология производства стали [Текст] / Учеб. для вузов по специальности "Металлургия черн. металлов" / В.А. Кудрин. - М.: Мир: АСТ, 2003. –С. 526. https://moodle.dstu.education/mod/assign/view.php?id=109288

6. Рощин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали [Текст] / учебник для вузов по направлению // В. Е. Рощин А.В. Рощин – Челябинск: Издательский Центр, - 2013. – С. 571. https://moodle.dstu.education/mod/assign/view.php?id=109288

7. Токовой, О. К. Производство стали и сплавов [Текст] / Учеб. пособие для физ.-металлург. // О. К. Токовой. – Челябинск: Издательский Центр ЮУрГУ – 2013. – С.76.

https://moodle.dstu.education/mod/assign/view.php?id=109288

8. Журавлёв, А. А. Расчёты материальных и энергетических балансов при выплавке стали в дуговых сталеплавильных печах: учебно-методические пособие / А.А. Журавлёв, В.Ф. Мысик, А.В. Жданов. – Екатеринбург : Изд-во. Урал. Ун-та, 2016. – 128с.

9. Гамов, П.А. Внепечная обработка и непрерывная разливка стали: решение практических задач: учебное пособие / П.А. Гамов, С.В. Зырянов, С.П. Салихов. – Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2018. – 50с https://moodle.dstu.education/mod/assign/view.php?id=109288

10. Экология металлургии и рециклинг промышленных отходов: метод. разработка для практических занятий по дисциплине «Экология металлургии и рециклинг промышленных отходов» для бакалавров направления 22.03.02 «Металлургия» всех форм обучения / НГТУ им. Р.Е. Алексеева; сост.: Л.И. Леушина. – Н.Новгород, 2018. – 33с. [Электронный ресурс]. ─ Режим доступа: https://www.nntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/instit_fakul_kaf_shkoly/ifhtim/kaf_mto/metod/86.pdf?ysclid=lqe13fet94975782846 Дата обращения: 20.07.2024

7.2 Базы данных, электронно-библиотечные системы, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная библиотека ДонГТУ: официальный сайт.— Алчевск. —URL: library.dstu.education.— Текст: электронный.
2. Научно-техническая библиотека БГТУ им. Шухова : официальный сайт. — Белгород. — URL: http://ntb.bstu.ru/jirbis2/.— Текст: электронный.
3. Консультант студента: электронно-библиотечная система.— Москва. — URL: http://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x.— Текст: электронный.
4. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система.— URL: http://biblioclub.ru/index.php?page=main_ub_red.— Текст: электронный.
5. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система.—Красногорск. — URL: http://www.iprbookshop.ru/. —Текст: электронный.
6. ЭБС Издательства "Университетская библиотека онлайн"http://e.lanbook.com/
7. ЭБС Издательства "ЛАНЬ": [сайт]. – https://e.lanbook.com/
8. Цифровая библиотека IPR SMART: [сайт]. – https://www.iprbookshop.ru/
9. Национальная электронная библиотека: [сайт]. – https://rusneb.ru/
10. Российская Государственная Библиотека: [сайт]. – https://diss.rsl.ru/
11. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка»: [сайт]. – https://cyberleninka.ru/
12. Научная электронная библиотека eLIBRARY: [сайт]. – https://elibrary.ru/defaultx.asp?/
13. Электронная библиотека «Астраханский государственный университет» – https://biblio.asu.edu.ru
14. ЭБС «Университетская Библиотека Онлайн» https://biblioclub.ru
15. Информационно-библиотечный комплекс «Политех» https://library.spbstu.ru

8 Материально-техническое обеспечение дисциплины

Материально-техническая база обеспечивает проведение всех видов деятельности в процессе обучения, соответствует требованиям ФГОС ВО.

Материально-техническое обеспечение представлено в таблице 7.

Таблица 7 – Материально-техническое обеспечение

Наименование оборудованных учебных кабинетов	Адрес (местоположение) учебных кабинетов
Проектор ЭПСОН, экран, звуковые колонки, компьютер Intel Pentium. Численность посадочных мест - 40 человек;	Аудитория 313 лабораторный корпус
Установка УМ-12 для спекания агломерата. Трансформатор. Копер лабораторный. Барабан для испытания агломерата. Электропечь индукционная ИСТ-0,06 для выплавки металла. Гранулятор тарельчатый. Дробилка щековая. Тиристорный преобразователь ТПЧТ. Печь электрическая шахтная. Физические модели для исследования металлургических процессов, свойств шихты, жидких расплавов и металлопродукции. Численность посадочных мест - 30 человек	Аудитория 117 лабораторный корпус, учебно-исследовательская лаборатория металлургии чугуна и стали

Лист согласования РПД

Разработал
Доцент кафедры
металлургических технологий М.Ю. Проценко
(должность) (подпись) (Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой
металлургических технологий Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры
металлургических технологий от 30.08.2024г.

И.о. декана факультета
горно-металлургической
промышленности и строительства О.В. Князьков
(подпись) (Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической
комиссии по направлению
подготовки 22.04.02 Металлургия Н.Г. Митичкина
(подпись) (Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра О.А. Коваленко
(подпись) (Ф.И.О.)

Лист изменений и дополнений

Номер изменения, дата внесения изменения, номер страницы для внесения изменений	
ДО ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:	ПОСЛЕ ВНЕСЕНИЯ ИЗМЕНЕНИЙ:
Основание:	
Подпись лица, ответственного за внесение изменений	