

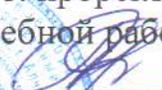
Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Вишневский Дмитрий Александрович  
Должность: Ректор  
Дата подписания: 30.04.2025 11:55:50  
Уникальный программный ключ:  
03474917c4d012283e5ad996a48a5e70bf80af57

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 Metallurgia

(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-3 выпускника).*

## **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 – Metallургия.

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
<b>Универсальные компетенции</b>		
Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2	<p>УК-2.1 Знает: методиками планирования работы; основные элементы научной работы; этапы жизненного цикла проекта; методы разработки и управления проектами.</p> <p>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.</p> <p>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</p>
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		

Способен решать производственные и (или) исследовательские задачи, на основе фундаментальных знаний в области металлургии	ОПК-1	<p>ОПК-1.1 Знает: фундаментальные основы строения современных материалов; содержание естественнонаучных и математических дисциплин, составляющих теоретическую основу модулей профильной подготовки.</p> <p>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.</p> <p>ОПК-1.3 Имеет практический опыт: решения исследовательских и производственных задач, относящихся к области металлургии и металлообработки с применением фундаментальных знаний.</p>
Способен находить и перерабатывать информацию, требуемую для принятия решений в научных исследованиях и в практической технической деятельности	ОПК-4	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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.</p>
<b>Профессиональные компетенции</b>		
Способен решать задачи связанные с определением организационных и технических мер для обеспечения производства черных металлов..	ПК-1	<p>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-</p>

	<p>ное программное обеспечение на участках цеха, процедуры ведения технологических, учетных, агрегатных журналов на участках цеха.</p> <p>ПК-1.2 Умеет Планировать работу по выполнению производственного задания на участках цеха, контролировать ведение работниками агрегатных и технологических журналов, учетной документации, производить 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.</p> <p>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.</p>
--	--

<p>Способен анализировать, моделировать и совершенствовать процессы производства черных металлов и управлять современными технологическими процессами их получения.</p>	<p>ПК-3</p>	<p>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.</p> <p>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.</p> <p>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</p>
---	-------------	--

#### 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)	3	3
Общая трудоёмкость дисциплины		
	ак.ч.	108
	з.е.	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 CO <sub>2</sub> 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 практиче- ских занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
				<p>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-</p>			

№ 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 практиче- ских занятий	Трудоемкость в ак.ч.	Тема лабораторных занятий	Трудоемкость в ак.ч.
	ствования тради- ционной конвер- терной технологии на основе ком- плексного анализа результатов физи- ческого моделиро- вания и исследова- ний металлургиче- ских свойств но- вых видов матери- алов.			жидкого пере- дельного чугуна на технико-эко- номические по- казатели кисло- родно-конвер- терной 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](https://www.dstu.education/images/structure/license_certificate/polog_kred_modul.pdf)) при оценивании сформированности компетенций по дисциплине используется 100-балльная шкала 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 – ЕОР.
- 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 использованием 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 – EOP.
- 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 использованием 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. Гушин, Г.А Геворгян, - Нижний Новгород, 2020. – 40 с. [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

[https://www.ntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/instit\\_fakul\\_kaf\\_shkoly/iftim/kaf\\_mto/metod/95.pdf?ysclid=lq2ol5mcw4133540654](https://www.ntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/instit_fakul_kaf_shkoly/iftim/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](https://library.dstu.education/list.php?reallist=2&IDlist=Q_3)

4. Протасов, А.В. Рафинирование стали в процессе разлива: 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. Роцин, В. Е. Электрометаллургия и металлургия стали [Текст] / учебник для вузов по направлению // В. Е. Роцин А.В. Роцин – 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.ntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org\\_structura/instit\\_fakul\\_kaf\\_shkoly/iftim/kaf\\_mto/metod/86.pdf?ysclid=lqe13fet94975782846](https://www.ntu.ru/frontend/web/ngtu/files/org_structura/instit_fakul_kaf_shkoly/iftim/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](http://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](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. Электродпечь 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  
(должность)

  
(подпись)

М.Ю. Проценко  
(Ф.И.О.)

И.о. заведующего кафедрой  
металлургических технологий

  
(подпись)

Н.Г. Митичкина  
(Ф.И.О.)

Протокол № 1 заседания кафедры  
металлургических технологий

от 30.08.2024г.

И.о. декана факультета  
горно-металлургической  
промышленности и строительства

  
(подпись)

О.В. Князьков  
(Ф.И.О.)

Согласовано

Председатель методической  
комиссии по направлению  
подготовки 22.04.02 Metallurgia

  
(подпись)

Н.Г. Митичкина  
(Ф.И.О.)

Начальник учебно-методического центра

  
(подпись)

О.А. Коваленко  
(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	