



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И.
Носова»



УТВЕРЖДАЮ
Директор ИММиМ
А.С. Савинов

04.02.2025 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

ТЕОРИЯ И ТЕХНОЛОГИЯ ПРОЦЕССОВ ПРОИЗВОДСТВА СТАЛИ

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Искусственный интеллект в металлургии

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Литейных процессов и материаловедения
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - бакалавриат по направлению подготовки 22.03.02 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

23.01.2025, протокол № 6

Зав. кафедрой



Н.А. Феоктистов

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ

04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры ЛПИМ, д-р техн. наук



В.П. Чернов

Рецензент:

доцент кафедры ПЭиБЖД, канд. техн. наук



А.Ю. Перятинский

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Литейных процессов и материаловедения

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ Н.А. Феоктистов

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Глобальной целью преподавания и изучения дисциплины является создание у студента системы знаний и понятий по основам производства стали, особенностях протекания физико-химических превращений в различных металлургических агрегатах, а также ознакомление современными и перспективными технологическими способами производства стали.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория и технология процессов производства стали входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

Для изучения дисциплины необходимы знания (умения, владения), сформированные в результате изучения дисциплин/ практик:

нет

Знания (умения, владения), полученные при изучении данной дисциплины будут необходимы для изучения дисциплин/практик:

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

Производственная практика, преддипломная практика

Производственная практика, научно-исследовательская работа

Ресурсо- и энергосбережение в металлургии

3 Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля) и планируемые результаты обучения

В результате освоения дисциплины (модуля) «Теория и технология процессов производства стали» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен управлять реальными технологическими процессами и оборудованием для получения сплавов
ПК-1.1	Знает: как решать профессиональные задачи по разработке технологических процессов и подбору оборудования, используя цифровые технологии; как решать профессиональные задачи по разработке планов и методических программ проведения исследований и разработок
ПК-1.2	Умеет: осуществлять сбор и изучение научно-технической информации передовых достижений по теме исследований и разработок
ПК-1.3	Имеет практический опыт: оценивать результаты теоретического обобщения научных и практических данных, результатов экспериментов и наблюдений, производственного опыта
ПК-2	Способен проводить анализ технологических и физических процессов различных способов литья сплавов для выбора путей, мер и средств управления качеством продукции с разработкой предложений по совершенствованию технологических процессов
ПК-2.1	Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов различных способов литья сплавов с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий
ПК-2.2	Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений; науки и практики
ПК-2.3	Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом практических достижений

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц 108 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 32,9 акад. часов;
- аудиторная – 32 акад. часов;
- внеаудиторная – 0,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 75,1 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;

Форма аттестации - зачет

Раздел/ тема дисциплины	Семестр	Аудиторная контактная работа (в акад. часах)			Самостоятельная работа студента	Вид самостоятельной работы	Форма текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации	Код компетенции
		Лек.	лаб. зан.	практ. зан.				
1. Теория процессов производства стали								
1.1 Свойства жидких сплавов железа. Форма существования элементов в расплавах железа. Физические свойства расплавов железа. Химическая активность примесей в жидком железе	1	2			12	Изучение учебной литературы	устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
1.2 Шлаки сталеплавильных процессов. Состав шлаков и основные диаграммы состояния шлаковых систем. Строение расплавленных шлаков. Определение активностей компонентов шлака. Химические свойства шлаков. Физические свойства шлаков.		2			12	Изучение учебной литературы	устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
1.3 Окислительные процессы в сталеплавильной ванне. Окислительные условия выплавки стали. Окисление углерода. Удаление фосфора. Окисление и восстановление кремния. Окисление и восстановление марганца.		2		6	14	Изучение учебной литературы	устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3

Окисление и восстановление хрома.								
1.4 Десульфурация металла. Раскисление стали. Взаимодействие раскислителей с кислородом. Образование продуктов раскисления. Удаление продуктов раскисления. Диффузионное раскисление шлаком. Оксидные неметаллические включения в стали.	1	2			12	Изучение учебной литературы	устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
1.5 Водород в стали. Азот в стали. Раскисление в вакууме. Удаление неметаллических включений в вакууме. Процессы дегазации и удаления цветных металлов. Взаимодействие металлического расплава с футеровкой.		2		10	14	Изучение учебной литературы	устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		10		16	64			
2. Технология производства стали								
2.1 Шихтовые материалы. Общие положения технологии.	1	2			11,1	Изучение учебной литературы	устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.2 Технология и оборудование плавки стали в дуговых сталеплавильных печах		2				Изучение учебной литературы	устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
2.3 Внепечная обработка стали		2				Изучение учебной литературы	устный опрос	ПК-1.1, ПК-1.2, ПК-1.3, ПК-2.1, ПК-2.2, ПК-2.3
Итого по разделу		6			11,1			
Итого за семестр		16		16	75,1		зачёт	
Итого по дисциплине		16		16	75,1		зачет	

5 Образовательные технологии

Лекции проходят в традиционной форме:

- информационная лекция;
- лекция консультация;
- проблемная лекция.

Теоретический материал на проблемных лекциях является результатом усвоения полученной информации посредством постановки проблемного вопроса и поиска путей его решения. На лекциях – консультациях изложение нового материала сопровождается постановкой вопросов и дискуссией в поисках ответов на эти вопросы.

Также при использовании традиционной образовательной технологии проводятся практические занятия, при проведении которых используются работа в команде и обсуждение полученных результатов.

6 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Представлено в приложении 1.

7 Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

Представлены в приложении 2.

8 Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

а) Основная литература:

1. Лузгин, В. П. *Металлургия стали: Внепечная обработка стали : учебное пособие* / В. П. Лузгин, С. В. Казаков. — Москва : МИСИС, 2003. — 47 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117007> (дата обращения: 08.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей. 2. *Основы металлургического производства. [Электронный ресурс]* :

2. *Основы металлургического производства : учебник* / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев, В. М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165> (дата обращения: 08.01.2025). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Бигеев А. М. *Металлургия стали. Теория и технология плавки стали : учебник* / А. М. Бигеев, В. А. Бигеев. - 3-е изд., перераб. и доп. - Магнитогорск : МГТУ, 2000. - 543 с. : ил. - Текст : непосредственный.

в) Методические указания:

1. *Методические пособия для самостоятельной работы студента. Гамов, П. А. Внепечная обработка и непрерывная заливка стали : решение практических задач [Текст] : учеб. пособие по направлениям 22.03.02 и 22.04.02 «Металлургия»* / П. А. Гамов, С. В. Зырянов, С. П. Салихов ; Юж.-Урал. гос. ун-т, Каф. Пирометаллург. процессы ; ЮУрГУ Челябинск , 2018 http://www.lib.susu.ac.ru/ftd?base=SUSU_METHOD&key=000558914

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое	бессрочно
Браузер Yandex	свободно распространяемое	бессрочно
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Российская Государственная библиотека. Каталоги	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

Материально-техническое обеспечение дисциплины включает:

1. Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
2. Учебная аудитория для проведения практических занятий оснащена:
 - техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории: мультимедийными средствами хранения, передачи и представления учебной информации;
 - специализированной мебелью.
3. Учебная аудитория для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации оснащена:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
4. Помещение для самостоятельной работы оснащено:
 - компьютерной техникой с пакетом MS Office, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета;
 - специализированной мебелью.
5. Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования оснащено:
 - специализированной мебелью: стеллажами для хранения учебного оборудования; станочный парк оборудования и инструменты для профилактического обслуживания и ремонта учебного оборудования; помещение для хранения учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы для проведения устного опроса обучающихся:

Блок вопросов 1

1. Что такое сталь? Дайте определение.
2. Приведите классификацию углеродистых сталей.
3. Перечислите специальные свойства легированных сталей.
4. Термическая обработка стальных отливок. Виды и назначение.

Блок вопросов 8

1. Какие шихтовые материалы используют для выплавки сталей?
2. Приведите классификацию плавильных печей.
3. Особенности плавки сталей в ДСП кислым процессом методом переплава.
4. Рафинирование сталей. Методы рафинирования.

Блок вопросов 9

1. Структурно-чувствительные свойства расплавов.
2. Структурные зоны в отливках.
3. Влияние химсостава сталей на характер кристаллизации.
4. Модифицирование структуры стали в отливках.

Блок вопросов 10

1. Эндогенные газовые включения.
2. Источники газов в стали.
3. Меры по предотвращению образования газовых дефектов эндогенного характера в стальных отливках.
4. Экзогенные газовые дефекты в стальных отливках. Причины их образования.

Блок вопросов 11

1. Виды неметаллических включений в стальных отливках.
2. Источники неметаллических включений в отливках.
3. Экзогенные неметаллические включения, их источники.
4. Меры по предотвращению образования экзогенных включений.

Блок вопросов 12

1. Жидкотекучесть и заполняемость литейной формы.
2. Усадка стали. Виды усадки.
3. Литейные напряжения в стальных отливках. Виды напряжений.
4. Горячие трещины. Причины их образования.

Блок вопросов 13

1. Виды прибылей, их классификация.
2. Элементы литниковой системы. их назначение.
3. Требования, предъявляемые к литниковым системам.
4. Классификация литниковых систем.

Вопросы для рейтинг-контроля № 2:

1. Шихта для выплавки стали.
2. Основные шихтовые материалы.
3. Вспомогательные шихтовые материалы.
4. Выплавка стали в дуговых печах.
5. Выплавка стали в индукционных печах.
6. Плавка стали основным и кислым процессами.
7. Термическая обработка сталей. Виды режимов.
8. Суть закалки стального литья.
9. Суть отпуска стальных отливок.
10. Суть нормализации стального литья.

Вопросы для рейтинг-контроля № 3:

1. Теории строения жидких расплавов.
2. Структурно-чувствительные свойства сталей.
3. Определение механических свойств сталей.
4. Кристаллизация стали.
5. Первичная кристаллизация стали.
6. Вторичная кристаллизация стали.
7. Эндогенные неметаллические включения.
8. Экзогенные неметаллические включения.
9. Усадочные процессы в стальных отливках.
10. Напряжения в стальных отливках.

В ходе обучения предполагается проведение следующих практических занятий по усмотрению преподавателя из следующего перечня:

1. Расчет процессов раскисления, легирования и рафинирования стали.
2. Технология окислительных процессов. Шлакообразование и рафинирование металла шлаком. Интенсификация плавления лома в дуговых печах.
3. Подготовка расплава к разливке. Оборудование и технологии.

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

а) Планируемые результаты обучения и оценочные средства для проведения промежуточной аттестации:

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
ПК-2: Способен проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливке стали для выбора путей, мер и средств управления качеством продукции с разработкой предложений по совершенствованию технологических процессов		
ПК-2.1:	Знает: как проводить анализ технологических и физических процессов при непрерывной разливке стали с учетом современных методов исследования и применением цифровых технологий	<p style="text-align: center;">Вопросы, входящие в перечень для сдачи зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Что такое сталь? Дайте определение. 2. Приведите классификацию углеродистых сталей. 3. Перечислите специальные свойства легированных сталей. 4. Термическая обработка стальных отливок. Виды и назначение. 5. Какие шихтовые материалы используют для выплавки сталей? 6. Приведите классификацию плавильных печей. 7. Особенности плавки сталей в ДСП кислым процессом методом переплава. 8. Рафинирование сталей. Методы рафинирования. 9. Структурно-чувствительные свойства расплавов. 10. Структурные зоны в отливках. 11. Влияние химсостава сталей на характер кристаллизации. 12. Модифицирование структуры стали в отливках. 13. Эндогенные газовые включения. 14. Источники газов в стали.
ПК-2.2:	Умеет: выбирать пути, меры и средства управления качеством продукции с учетом современных достижений; науки и практики	<p>Пример практического задания</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать плавильный агрегат и рассчитать шихту для выплавки стали марки 25Л. (Футеровка основная, способ выплавки - с окислением);
ПК-2.3:	Имеет практический опыт: разрабатывать предложения по совершенствованию технологических процессов с учетом практических достижений	<p style="text-align: center;">Пример практического задания на зачет:</p> <p>Преподаватель выдаёт обучающимся фотографии микроструктуры стали.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Определить тип и марку стали, ориентируясь на ГОСТ 2. Описать структуру стали.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		3. Охарактеризовать структурные составляющие и фазы, обнаруженные в микроструктуре.
ПК-1: Способен управлять реальными технологическими процессами и оборудованием для плавления стали, её внепечной обработки и непрерывной разливке		
ПК-1.1:	Знает: как решать профессиональные задачи по разработке технологических процессов и подбору оборудования, используя цифровые технологии; как решать профессиональные задачи по разработке методик проведения экспертиз металлов и металлоизделий; как решать профессиональные задачи по разработке планов и методических программ проведения исследований и разработок	<p style="text-align: center;">Вопросы, входящие в перечень для сдачи зачета:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Меры по предотвращению образования газовых дефектов эндогенного характера в стальных отливках. 2. Экзогенные газовые дефекты в стальных отливках. Причины их образования. 3. Виды неметаллических включений в стальных отливках. 4. Источники неметаллических включений в отливках. 5. Экзогенные неметаллические включения, их источники. 6. Меры по предотвращению образования экзогенных включений. 7. Жидкотекучесть и заполняемость литейной формы. 8. Усадка стали. Виды усадки. 9. Литейные напряжения в стальных отливках. Виды напряжений. 10. Горячие трещины. Причины их образования. 11. Виды прибылей, их классификация. 12. Методы расчёта прибылей. 13. Элементы литниковой системы. их назначение. 14. Требования, предъявляемые к литниковым системам. 15. Классификация литниковых систем.
ПК-1.2:	Умеет: осуществлять сбор и изучение научно-технической информации передовых достижений по теме исследований и разработок	<p style="text-align: center;">Примерные перечень тем для выполнения курсового проекта</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Выбрать плавильный агрегат и рассчитать шихту для выплавки стали марки 25Л. (Футеровка основная, способ выплавки - с окислением);
ПК-1.3:	Имеет практический опыт: оценивать результаты теоретического обобщения	<p style="text-align: center;">Пример из профессиональной области:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Преподаватель выдаёт марку стали.

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
	научных и практических данных, результатов экспериментов и наблюдений, производственного опыта	<ol style="list-style-type: none"> 2. Выбрать плавильный агрегат. 3. Подобрать состав шихтовых материалов. 4. Рассчитать шихту для выплавки заданной марки стали. 5. Описать технологию выплавки.

Критерии оценки аттестации в форме зачета (в соответствии с формируемыми компетенциями и планируемыми результатами обучения):

для получения:

- «зачтено» - обучающийся показывает пороговый уровень сформированности компетенций, т.е.

знает:

- классификацию и свойства сталей;
- основные понятия о свойствах и области применения.

умеет:

- анализировать имеющуюся информацию по свойствам и технологическим процессам;
- Оценивать возможность применения материалов и технологий в зависимости от условий эксплуатации

владеет:

- способами демонстрации умения анализировать ситуацию;
- навыками использования полученных знаний для поиска необходимых материалов и технологий.
- «не зачтено» - обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.