



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 ПРОЦЕССОВ ВЫПЛАВКИ СТАЛИ

Направление подготовки (специальность)
22.04.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Металлургические технологии производства черных металлов и сплавов

Уровень высшего образования - магистратура

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалобработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	1
Семестр	2

Магнитогорск
2025 год

Рабочая программа составлена на основе ФГОС ВО - магистратура по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy (приказ Минобрнауки России от 24.04.2018 г. № 308)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Металлургии и химических технологий
29.01.2025, протокол № 5

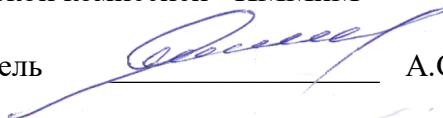
Зав. кафедрой



А.С. Харченко

Рабочая программа одобрена методической комиссией ИММиМ
04.02.2025 г. протокол № 4

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:

профессор кафедры кафедры МиХТ, доктор. техн. наук



В.А. Бигеев

Рецензент:

доцент кафедры ЛПиМ, канд. техн. наук



О. С. Молочкова

Лист актуализации рабочей программы

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2026 - 2027 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2027 - 2028 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

Протокол от _____ 20__ г. № ____
Зав. кафедрой _____ А.С. Харченко

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

получение обучающимися знаний в области выплавки и ковшевой обработки стали, а также развитие у студентов личностных качеств и формирование общекультурной и профессиональной компетенций в соответствии с требованиями ФГОС 3++ по направлению подготовки 22.04.02 Metallurgy.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Теория процессов выплавки 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:

Для изучения данной дисциплины, необходимы знания, сформированные в результате освоения дисциплин, изучаемых студентами при получении квалификации бакалавра «Основы металлургического производства».

Сквозные металлургические технологии

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

Производственная - научно-исследовательская работа

Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-2	Организует согласованную работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке
ПК-2.1	Организует работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц 144 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 33,05 акад. часов;
- аудиторная – 30 акад. часов;
- внеаудиторная – 3,05 акад. часов;
- самостоятельная работа – 75,25 акад. часов;
- в форме практической подготовки – 0 акад. час;
- подготовка к экзамену – 35,7 акад. час

Форма аттестации - экзамен

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. 1								
1.1 Современное состояние теории и практики производства стали.	2	1			8	Изучение дополнительной литературы	Устный опрос	ПК-2.1
1.2 Теория процессов окислительного рафинирования металла.		1		2	9	Подготовка к практическим и лекционным занятиям	Устный опрос, работа в АОС* с имитатором-тренажёром, тестирование	ПК-2.1
1.3 Аэрогидродинамика в ваннах сталеплавильных агрегатов.		1			9	Изучение дополнительной литературы по теме	Устный опрос	ПК-2.1
1.4 Дутьевой, шлаковый и тепловой режимы выплавки стали в конвертерах с верхней подачей дутья		1		3	1	Подготовка к лекционному и практическим занятиям	Устный опрос, работа в АОС с имитатором-тренажёром, тестирование	ПК-2.1
1.5 Особенности выплавки стали в конвертерах с комбинированной подачей дутья		1			2	Изучение дополнительной литературы по теме	Устный опрос	ПК-2.1
1.6 Теория и практика выплавки стали в современных электрических дуговых печах.		1		2	6	Изучение дополнительной литературы по теме	Устный опрос	ПК-2.1
1.7 Физико-химические и тепловые процессы при обработке металла нейтральными газами.		2		2	9	Подготовка к практическим и лекционным занятиям	Устный опрос, работа в АОС с имитатором-тренажёром, тестирование	ПК-2.1
1.8 Термодинамика и		2		2	9	Изучение	Устный опрос	ПК-2.1

кинетика обработки металла вакуумом.						дополнительной литературы по теме		
1.9 Физико-химические и тепловые процессы при обработке металла шлаком и шлакообразующими смесями.	2	2		2	10	Подготовка к лекционному и практическим занятиям	Устный опрос, работа в АОС с имитатором-тренажёром, тестирование	ПК-2.1
1.10 Теория обработки металла различными порошкообразными материалами		1			9	Изучение дополнительной литературы по теме	Устный опрос	ПК-2.1
1.11 Особенности ковшевой обработки жидкого чугуна.		2		2	3,25	Подготовка к защите курсового проекта	Защита курсового проекта	ПК-2.1
Итого по разделу		15		15	75,25			
Итого за семестр		15		15	75,25		экзамен	
Итого по дисциплине		15		15	75,25		экзамен	

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали» используются как традиционная и модульно-компетентностная технологии, так и технология проблемного и интерактивного обучения.

Лекции проходят как форме информационных лекций, так и в форме лекций-консультаций, где теоретический материал заранее выдается обучающимся для самостоятельного изучения, для подготовки вопросов лектору, таким образом, лекция проходит по типу вопросы-ответы-дискуссия. Иногда лекции проходят в виде проблемной лекции с освещением различных научных подходов к поставленной проблеме.

При проведении практических занятий необходимо целенаправленно переходить от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методами.

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией проблемного обучения. При этом необходимо по-вышать познавательную активность студентов, организуя самостоятельную работу как исследовательскую творческую деятельность.

Следует использовать комплекс инновационных методов активного обучения, включающий в себя:

- создание проблемных ситуаций с показательным решением проблемы преподавателем и без него;
- самостоятельную поисковую деятельность в решении проблем, направляемую преподавателем;
- самостоятельное решение проблем обучающимися под контролем преподавателя.

Реализация инновационных методов обучения возможна с использованием следующих приемов:

- раскрытие преподавателем причин и характера неудач, встречающихся при решении проблем;
- демонстрация разных подходов к решению конкретной проблемы;
- анализ полученных результатов и отыскание границ их применимости и др.

При проведении заключительного контроля необходимо выявить степень правильности, объема, глубины знаний, умений, навыков, полученных при изучении курс-а наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

К интерактивным методам, используемым при изучении дисциплины «Теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали», относятся: использование проблемных методов изложения материала с применением эвристических приемов (создание проблемных ситуаций и др.); а также создание электронных продуктов (презентаций).

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. Основы металлургического производства : учебник / В.А. Бигеев, К.Н. Вдовин, В.М. Колокольников, В.М. Салганик. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 616 с. — ISBN 978-5-8114-2486-3. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система «Лань» : [сайт]. — URL: <https://e.lanbook.com/book/90165> . — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Котельников, Г. И. Теория и технология металлургии стали: технологические расчеты на базе равновесного распределения компонентов в системе металл – шлак – газ с использованием компьютерной программы «ГИББС – МИСиС» : учебное пособие / Г. И. Котельников, А. Е. Семин, А. А. Толстоуцкий. — Москва : МИСИС, 2011. — 54 с. — ISBN 978-5-87623-418-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/116990>

2. Симонян, Л. М. Современные методы и технологии специальной электрометаллургии и аддитивного производства: теория и технология спецэлектрометаллургии : учебное пособие / Л. М. Симонян, А. Е. Семин, А. И. Кочетов. — Москва : МИСИС, 2017. — 182 с. — ISBN 978-5-906846-96-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/105293>

3. Серов, Г. В. Физические основы производства: расчеты и контроль металлургических процессов : учебное пособие / Г. В. Серов, Е. Н. Сидорова. — Москва : МИСИС, 2018. — 64 с. — ISBN 978-5-906953-44-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/108033>

4. Физико-химические исследования оксидов и шлаковых систем : монография / Б. Р. Гельчинский, Э. В. Дюльдина, В. Н. Селиванов, Д. К. Белащенко. — Москва : ФИЗМАТ-ЛИТ, 2017. — 136 с. — ISBN 978-5-9221-1700-5. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/104999>

в) Методические указания:

Колесников Ю.А., Буданов Б.А., Столяров А.М. Металлургические технологии в высоко-производительном конвертерном цехе: - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

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

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Международная реферативная и полнотекстовая справочная база данных научных изданий «Springer Nature»	https://www.nature.com/siteindex
Федеральный образовательный портал – Экономика. Социология. Менеджмент	http://ecsocman.hse.ru/

Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Российская Государственная библиотека. КATALOGИ	https://www.rsl.ru/ru/4readers/catalogues/
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp
Электронная база периодических изданий East View	https://dlib.eastview.com/

9 Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

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;
 - инструментами для ремонта учебного оборудования;
 - шкафами для хранения учебно-методической документации и материалов.
 6. Учебная аудитория для выполнения курсовых проектов (работ) оснащена: компьютерная техника с пакетом MSOffice, с подключением к сети «Интернет» и с доступом в электронную информационно-образовательную среду университета.
- Специализированная мебель

Аудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется на практических занятиях в виде выполнения упражнений и решения задач на тренажерах иммитаторах в АОС, в которых сочетаются элементы теории и практики сталеплавильных процессов, по заданию и под контролем преподавателя.

Внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся осуществляется в виде изучения учебной литературы по разделам дисциплины.

Вопросы и задания для практических занятий и проведения самостоятельной работы по дисциплине «Теория процессов выплавки стали» опубликованы в следующем учебно-методическом обеспечении: Колесников Ю.А., Буданов Б.А., Столяров А.М. *Металлургические технологии в высокопроизводительном конвертерном цехе: учеб. пособие под ред. В.А. Бигеева.* - Магнитогорск: Изд-во Магнитогорск. гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2018. – 379 с.

Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины:

Устный опрос

1. Устройство пульта управления конвертером на имитаторе-тренажёре: **«Машинист дистрибутора».**

2. Устройства для подачи газообразных реагентов в конвертерную ванну. Сопло Лавалля.

3. Технология выплавки стали в конвертере на имитаторе-тренажёре: **«Машинист дистрибутора».**

4. Методика выполнения сравнительного анализа технологических параметров плавки стали в конвертерах с комбинированной продувкой

5. Изучение пульта управления и технологии обработки металла на **агрегате доводки стали** при помощи имитатора-тренажёра: **«Сталевар агрегата доводки стали ККЦ ОАО «ММК»».**

6. Виды газов окислителей для продувки металла в конвертерах и способы ввода их в конвертерную ванну.

7. Закономерности движения газа по каналам переменного сечения.

8. Основные параметры кислородного дутья: - чистота, давление, интенсивность продувки, скорость истечения, плотность.

9. Общая характеристика сопла Лавалля и принцип его работы.

10. Структура конвертерной ванны после заливки жидкого чугуна.

11. Выход жидкого металла в кислородном конвертере и определяющие его факторы.

12. Порядок ввода неметаллических материалов в конвертер.

13. Конвертерный газ: состав, температура, запыленность, организация его отвода и очистки.

14. Дутьевой режим классической технологии кислородно- конвертерной плавки.

15. Возможности проведения десульфурации металла в кислородном конвертере.

16. Изменение средней температуры металла по ходу продувки. Охлаждающее воздействие присадок.

17. Структура конвертерной ванны в период максимальных скоростей окисления углерода.

18. Характеристика жидкого чугуна как основного материала классической технологии кислородно- конвертерной плавки.

19. Металлический лом: назначение и свойства.

20. Соотношение между чугуном и ломом в шихте кислородных конвертеров и факторы, его определяющие.

21. Основные операции классической технологии выплавки стали в кислородном конвертере: сущность, последовательность и продолжительность их

проведения.

22. Тепловое состояние конвертерной ванны перед продувкой.
23. Динамика состава шлака по ходу продувки в конвертере с верхней подачей дутья.
24. Плакированный шпат: назначение, состав и свойства.
25. Известь: назначение, состав и свойства.
26. Показатели шлакообразования и их изменения по ходу продувки.
27. Классификация современных способов плавки стали в конвертерах.
28. Комбинированная продувка конвертерной ванны: назначение и реагенты.
29. Структура реакционной зоны при продувке металла снизу.
30. Основные элементы конструкции фурм для подачи дутья сверху.
31. Дутьевые устройства при продувке металла снизу.
32. Растворимость газов в металле.
33. Способы ковшевой обработки металла. Задачи, решаемые при ковшевой обработке металла различными способами.
34. Способы внепечной десульфурации чугуна. Требования, предъявляемые к десульфураторам.
35. Десульфурация чугуна вдуванием порошкообразных материалов.

Курсовой проект и его характеристика

В курсовом проекте определяются основные параметры технологии кислородно-конвертерной плавки определенной марки стали с верхней подачей дутья. В соответствии с полученным от преподавателя индивидуальным заданием производится расчет плавки и основных размеров рабочего пространства конвертера. Разрабатывается технологическая схема ковшевой обработки стали, обосновывается выбор агрегатов и определяются основные параметры ковшевой обработки на данном агрегате с описанием технологии ее проведения. Выполняется чертеж рабочего пространства конвертера с футеровкой на миллиметровке (ватмане) формата А1 или в программе графических редакторов на компьютере.

Пример задания на выполнение курсового проекта приведен ниже.

ЗАДАНИЕ

на выполнение курсового проекта по дисциплине «Теория процессов выплавки стали»

Студенту *ФИО*

группа *ЗММЧм* – 23 института металлургии, машиностроения и материаловедения

Разработать технологию выплавки и ковшевой обработки стали марки 09Г2С

(ТУ 14-101-634-2006) при следующих условиях:

сталь выплавляется в конвертере вместимостью 180 т с верхней подачей кислородного дутья с удельной интенсивностью 3,5 м³/(т·мин); чугуна имеет температуру 1400 °С и содержит 4,2 % С; 1,0 % Si; 0,1 % Mn; 0,15 % P и 0,045 % S.

7 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 Организует согласованную работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке		
ПК-2.1	Организует работу по выполнению технологических операций по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке	Свойства металлургических расплавов: чугуна, стали и шлаков. Температурный режим в кислородном конвертере. Этап заливки чугуна в КК. Продувка как основная технологическая операция в КК. «Повалка» конвертера. Основные параметры кислородного дутья: чистота, давление, интенсивность продувки, скорость истечения, плотность Структура конвертерной ванны после заливки жидкого чугуна Особенности технологии передела низкомарганцовистых чугунов. Особенности технологии передела фосфористых чугунов. Особенности технологии передела ванадийсодержащих чугунов Корректировка технологии конвертерной плавки при продувке фосфористого чугуна Сформулировать производственное задание на выплавку стали марки 09Г2С Сформулировать производственное задание на выплавку стали марки 08Ю

Структурный элемент компетенции	Планируемые результаты обучения	Оценочные средства
		Динамика состава шлака по ходу продувки в конвертере с верхней подачей дутья Дать характеристику процессу осмотра и заправки футеровки Описать методы определения показателей конвертерной плавки Продemonстрировать навыки в определении основных показателей конвертерной плавки, предложить мероприятия по повышению выхода годного металла в кислородно-конвертерной плавке

б) Порядок проведения промежуточной аттестации, показатели и критерии оценивания:

Промежуточная аттестация по дисциплине «Теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме экзамена.

Экзамен по данной дисциплине проводится в устной форме.

Показатели и критерии оценивания экзамена:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – обучающийся демонстрирует высокий уровень сформированности компетенций, всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, свободно выполняет практические задания, свободно оперирует знаниями, умениями, применяет их в ситуациях повышенной сложности.
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – обучающийся демонстрирует средний уровень сформированности компетенций: основные знания, умения освоены, но допускаются незначительные ошибки, неточности, затруднения при аналитических операциях, переносе знаний и умений на новые, нестандартные ситуации.
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – обучающийся демонстрирует пороговый уровень сформированности компетенций: в ходе контрольных мероприятий допускаются ошибки, проявляется отсутствие отдельных знаний, умений, навыков, обучающийся испытывает значительные затруднения при оперировании знаниями и умениями при их переносе на новые ситуации.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – обучающийся демонстрирует знания не более 20% теоретического материала, допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – обучающийся не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач.

Курсовой проект выполняется под руководством преподавателя, в процессе его написания обучающийся развивает навыки к научной работе, закрепляя и одновременно расширяя знания, полученные при изучении курса «Теория процессов выплавки и ковшевой обработки стали». При выполнении курсового проекта обучающийся должен показать свое умение работать с нормативным материалом и другими литературными источниками, а также возможность систематизировать и анализировать фактический материал и самостоятельно творчески его осмысливать.

В процессе написания курсового проекта обучающийся должен разобраться в теоретических вопросах избранной темы, самостоятельно проанализировать практический материал, разобрать и обосновать практические предложения.

Показатели и критерии оценивания курсового проекта:

- на оценку **«отлично»** (5 баллов) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает высокий уровень знаний не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам, оценки и вынесения критических суждений;
- на оценку **«хорошо»** (4 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания не только на уровне воспроизведения и объяснения информации, но и интеллектуальные навыки решения проблем и задач, нахождения уникальных ответов к проблемам;
- на оценку **«удовлетворительно»** (3 балла) – проект выполнен в соответствии с заданием, обучающийся показывает знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач;
- на оценку **«неудовлетворительно»** (2 балла) – задание преподавателя выполнено частично, в процессе защиты проекта обучающийся допускает существенные ошибки, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задачи.
- на оценку **«неудовлетворительно»** (1 балл) – задание преподавателя выполнено частично, обучающийся не может воспроизвести и объяснить содержание, не может показать интеллектуальные навыки решения поставленной задач