



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

**НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕШЕНИЯ В МЕТАЛЛУРГИИ
ЧЕРНЫХ МЕТАЛЛОВ**

Направление подготовки (специальность)
22.03.02 Metallurgy

Направленность (профиль/специализация) программы
Metallurgy of black metals

Уровень высшего образования - бакалавриат

Форма обучения
очная

Институт/ факультет	Институт металлургии, машиностроения и материалообработки
Кафедра	Металлургии и химических технологий
Курс	4
Семестр	7

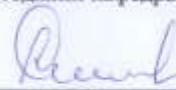
Магнитогорск
2025 год

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

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
02.04.2025 г. протокол № 4

Председатель



А.С. Савинов

Рабочая программа составлена:
ассистент кафедры МиХТ, канд. техн. наук

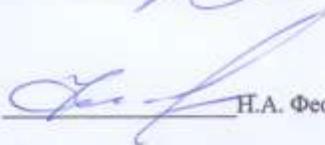
Сысоев



В.И.

Рецензент:

зав. кафедрой ЛПиМ, канд. техн. наук



Н.А. Феоктистов

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

Рабочая программа пересмотрена, обсуждена и одобрена для реализации в 2028 - 2029 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 2029 - 2030 учебном году на заседании кафедры Металлургии и химических технологий

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

1 Цели освоения дисциплины (модуля)

Цель преподавания дисциплины «Новые технологические решения в металлургии черных металлов» – дать обучающимся знания о водородных процессах производства железа, позволяющих устранить "углеродный след" и улучшить таким образом экологические показатели металлургического предприятия, а также о непрерывных сталеплавильных процессах и агрегатах.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Новые технологические решения в металлургии черных металлов входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Разливка и кристаллизация стали

Ковшовая обработка стали

Литейное производство

Моделирование процессов и объектов в металлургии

Планирование эксперимента

Проектная деятельность

Теория и технология доменного процесса

Методы исследования материалов и процессов

Материаловедение

Металлургическая теплотехника

Математический анализ

Теплофизика

Современные технологии ресурсосбережения в черной металлургии

Физическая химия пирометаллургических процессов

Физическая химия

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

Научно-исследовательская работа

Продвижение научной продукции

Подготовка к сдаче и сдача государственного экзамена

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Новые технологические решения в металлургии черных металлов» обучающийся должен обладать следующими компетенциями:

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции
ПК-1	Способен выполнять технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке
ПК-1.1	Осуществляет технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке

4. Структура, объём и содержание дисциплины (модуля)

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

- контактная работа – 73,9 акад. часов;
- аудиторная – 72 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 34,1 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. Классификация новых процессов безуглеродной черной металлургии								
1.1 Необходимость в новых технологических решениях для металлургических предприятий в условиях возможного введения "углеродного налога" и нарастающего дефицита коксующихся углей.	7	4		4	4	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Устный опрос	ПК-1.1
1.2 Классификация новых процессов получения черных металлов с использованием восстановительных газовых смесей. Основные нерешенные проблемы в предлагаемых современных схемах.		4		4	4	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Устный опрос	ПК-1.1
Итого по разделу		8		8	8			
2. Восстановление железа из рудного сырья крупной фракции восстановительными газовыми смесями								
2.1 Процессы Midrex, Hyl III и Hyl ZR: технологические схемы, опции по сырью и по восстановительным газам, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.	7	4		4	4	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
2.2 Процессы Purofer,		4		4	4	Поиск	Доклад с	ПК-1.1

Агех: технологические схемы, опции по сырью и по восстановительным газам, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.						информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	презентацией / Устный опрос	
Итого по разделу		8		8	8			
3. Восстановление железа из рудной мелочи восстановительными газовыми смесями в кипящем слое								
3.1 Процессы FIOR, Finmet, Cincored: технологические схемы, опции по сырью и по восстановительным газам, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.	7	4		4	4	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
3.2 Процессы Spirex, Iron Carbide: технологические схемы, опции по сырью и по восстановительным газам, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.		4		4	4	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
Итого по разделу		8		8	8			
4. Непрерывные сталеплавленные процессы								
4.1 Общая характеристика и классификация непрерывных сталеплавленных процессов. Достоинства и недостатки.	7	4		4	4	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
4.2 Конструкционное оформление сталеплавленных агрегатов непрерывного действия. Основные агрегаты и узлы.		4		4	4	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
4.3 Пространственная разбивка плавки по нескольким сталеплавленным агрегатам непрерывного действия. Расчет числа и выбор конструкции реакторов.		2		2	1	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
4.4 Литейно-прокатные комплексы как реализация концепции совмещения процессов непрерывной разливки с процессами бесконечной прокатки стали.		2		2	1,1	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
Итого по разделу		12		12	10,1			
Итого за семестр		36		36	34,1		зачёт	

Итого по дисциплине	36		36	34,1		зачет	
---------------------	----	--	----	------	--	-------	--

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Новые технологические решения в металлургии черных металлов» 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.

В изложении лекционного материала и при проведении практических занятий предполагается переход от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивающим логическое, теоретическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование методов эвристических вопросов и брэйнсторминга (мозговой атаки).

При проведении практических занятий необходимо целенаправленно переходить от репродуктивных методов обучения к частично-поисковым и исследовательским методам, развивая логическое мышление, умение аргументировать и отстаивать собственное понимание вопроса. С этой целью возможно использование как традиционной, так проблемной и интерактивной образовательных технологий.

На занятиях целесообразно использовать технологию коллективного взаимообучения, совмещая ее с технологией проблемного обучения. При этом необходимо повышать 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 курса наряду с выявлением степени самостоятельности в применении полученных знаний.

К интерактивным методам, используемым при изучении дисциплины «Новые технологические решения в металлургии черных металлов», 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

а) Основная литература:

1. Основы металлургического производства : учебник для вузов / В. А. Бигеев, К. Н. Вдовин, В. М. Колокольцев [и др.]. — 5-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2024. — 616 с. — ISBN 978-5-507-47607-7. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/397271> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

б) Дополнительная литература:

1. Шульц, Л. А. Энерго-экологический анализ эффективности металлургических процессов : учебное пособие / Л. А. Шульц. — Москва : МИСИС, 2014. — 267 с. — ISBN 978-5-87623-765-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117063> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

2. Симонян, Л. М. Экологически чистая металлургия : учебное пособие / Л. М. Симонян. — Москва : МИСИС, 2001. — 87 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/117045> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

3. Кармановская, Н. В. Экология металлургического производства : учебное пособие / Н. В. Кармановская. — 2-е изд. перераб. и доп. — Норильск : ЗГУ им. Н.М. Федоровского, 2020 — Часть 1 — 2020. — 99 с. — ISBN 978-5-89009-728-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/173792> — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4. Бижанов, А. М. Технологии брикетирования в черной металлургии : монография / А. М. Бижанов, С. А. Загайнов. - Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2020. - 256 с. - ISBN 978-5-9729-0436-5. - Текст : электронный. - URL: <https://znanium.com/catalog/product/1168614> — Режим доступа: по подписке.

в) Методические указания:

1. Утилизация железосодержащих металлургических отходов : учебное пособие [для вузов] / В. А. Бигеев, Н. В. Панишев, А. М. Столяров [и др.] ; Магнитогорский гос. технический ун-т им. Г. И. Носова. - Магнитогорск : МГТУ им. Г. И. Носова, 2021. - 113 с. : ил., табл., схемы. - Библиогр.: с. 113. - ISBN 978-5-9967-2301-0. - Текст : непосредственный.

г) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

Программное обеспечение

Наименование ПО	№ договора	Срок действия лицензии
7Zip	свободно распространяемое ПО	бессрочно
FAR Manager	свободно распространяемое ПО	бессрочно
LibreOffice	свободно распространяемое ПО	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Электронная база периодических изданий East View Information Services, ООО «ИВИС»	https://dlib.eastview.com/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И. Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	URL: http://www1.fips.ru/
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	URL: https://elibrary.ru/project_risc.asp

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 Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся

Вопросы для самопроверки представлены в виде практико-ориентированных заданий для оценки использования производственных и технологических данных. Также вопросы для самопроверки представлены теоретическими вопросами, требующие развёрнутого устного ответа, позволяющие проверить уровень усвоения знаний и освоения общих и профессиональных компетенций по дисциплине.

По дисциплине «Новые технологические решения в металлургии черных металлов» предусмотрена аудиторная и внеаудиторная самостоятельная работа обучающихся.

Аудиторная самостоятельная работа студентов предполагает решение контрольных задач на практических занятиях и выполнение лабораторных работ.

Вопросы для самопроверки представлены в виде практико-ориентированных заданий для оценки использования производственных и технологических данных. Также вопросы для самопроверки представлены теоретическими вопросами, требующими развёрнутого устного ответа, которые позволяют проверить уровень усвоения знаний и освоения общих и профессиональных компетенций по дисциплине.

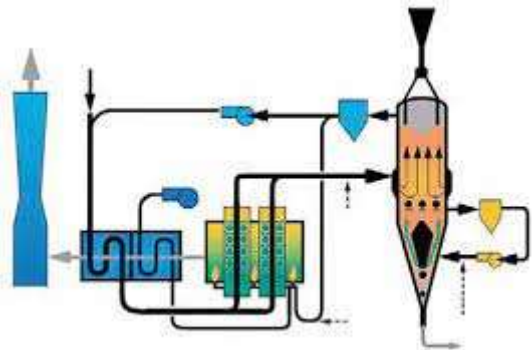
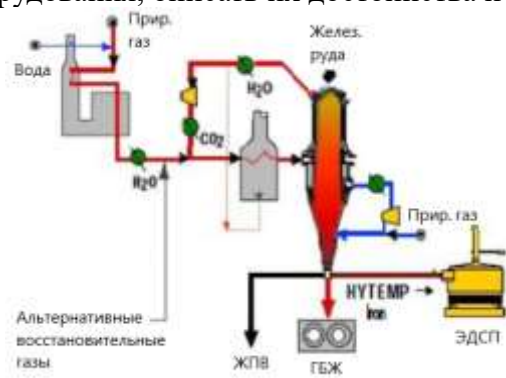
Примерные вопросы для устного опроса по изучаемым темам

1. Классификация внедоменных процессов получения железа газообразными восстановителями
2. Причины развития металлургии железа
3. Термодинамика восстановления оксидов железа газообразными восстановителями
4. Подготовка железорудных материалов в процессах прямого восстановления железа
5. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс Midrex
6. Получение губчатого железа в шахтных печах – процессы Hyl III и Hyl ZR
7. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс Purofer
8. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс Ghaem
9. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс BL
10. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс KINGLOR METOR
11. Получение губчатого железа в ретортах периодического действия
12. Получение губчатого железа в реакторе с кипящим слоем – процесс FIOR
13. Получение губчатого железа в реакторе с кипящим слоем – процесс FINMET
14. Получение губчатого железа во вращающихся трубчатых печах
15. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс Inmetco
16. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс DRylron
17. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс FASTMET
18. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс ITmk3
19. Непрерывные сталеплавильные процессы
20. Литейно-прокатные комплексы

Оценочные средства для проведения промежуточной аттестации

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

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
ПК-1: Способен выполнять технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке		
ПК-1.1	Осуществляет технологические операции по получению металлургической продукции, ее дальнейшей обработке	<p>Перечень теоретических вопросов к зачету:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация внедоменных процессов получения железа 2. Причины развития металлургии железа 3. Термодинамика восстановления оксидов железа газообразными восстановителями 4. Термодинамика восстановления оксидов железа газообразными восстановителями 5. Термодинамика восстановления оксидов железа в расплаве 6. Подготовка железорудных материалов в процессах прямого восстановления железа 7. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс Midrex 8. Получение губчатого железа в шахтных печах – процессы Hyl III и Hyl ZR 9. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс Purofer 10. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс Ghaem 11. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс BL 12. Получение губчатого железа в шахтных печах – процесс KINGLOR METOR 13. Получение губчатого железа в ретортах периодического действия 14. Получение губчатого железа в реакторе с кипящим слоем – процесс Fior 15. Получение губчатого железа в реакторе с кипящим слоем – процесс FINMET 16. Получение губчатого железа во вращающихся трубчатых печах 17. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс Inmetco 18. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс DRylron 19. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс FASTMET 20. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс ITmk3 21. Непрерывные сталеплавильные процессы 22. Литейно-прокатные комплексы

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>Примерные практические задания:</p> <p>1. Идентифицировать производственный процесс по представленной в задании технологической схеме. Дополнить информацию в части опций по сырью и восстановителям, получаемой продукции и ее транспортировке. Пояснить принцип действия отдельных узлов и агрегатов.</p>  <p>2. Идентифицировать схему представленных производственных процессов. Объяснить назначение основных узлов и агрегатов. Пояснить схему материальных потоков. Показать альтернативные варианты проведения данного процесса с некоторыми изменениями набора используемого оборудования, описать их достоинства и недостатки.</p> 

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Новые технологические решения в металлургии черных металлов» включает теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень усвоения обучающимися знаний, и практические задания, выявляющие степень сформированности умений и владений, проводится в форме зачета (7 семестр).

Зачет по данной дисциплине проводится в устной форме по вопросам из списка, доведенного до сведения студентов, вопрос может содержать небольшое практическое задание.

Показатели и критерии оценивания зачета:

- оценку «**зачтено**» студент получает, если может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, интеллектуальные навыки решения простых задач, может дать оценку предложенной ситуации.
- оценку «**не зачтено**» студент получает, если не может показать знания на уровне воспроизведения и объяснения информации, не может показать интеллектуальные навыки решения простых задач, дать оценку предложенной ситуации