



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)

ВНЕДОМЕННОЕ ПОЛУЧЕНИЕ МЕТАЛЛА

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 материаловедения
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 Metallургия (приказ Минобрнауки России от 02.06.2020 г. № 702)

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры
Metallургии 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

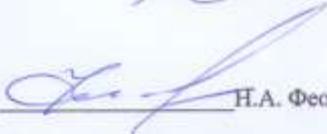
Рабочая программа составлена:
ассистент кафедры МиХТ, канд. техн. наук

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 «Внедоменное получение металла» – дать обучающимся знания о процессах получения металла со сниженной себестоимостью в альтернативных доменной печи агрегатах за счет замены кокса недефицитными углями.

2 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы

Дисциплина Внедоменное получение металла входит в часть учебного плана формируемую участниками образовательных отношений образовательной программы.

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

Технический иностранный язык в профессиональной области

Литейное производство

Физика

Математика

Основы металлургического производства

Теплофизика

Металлургическая теплотехника

Теория и технология доменного процесса

Физическая химия пирометаллургических процессов

Эксплуатация доменных печей

Новые технологические решения в металлургии черных металлов

Современные технологии ресурсосбережения в черной металлургии

Основы инженерных исследований в металлургии

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

Учебная - научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы)

Производственная - преддипломная практика

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

В результате освоения дисциплины (модуля) «Внедоменное получение металла» 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 2 зачетных единиц 72 акад. часов, в том числе:

- контактная работа – 55,9 акад. часов;
- аудиторная – 54 акад. часов;
- внеаудиторная – 1,9 акад. часов;
- самостоятельная работа – 16,1 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. Прочие альтернативные процессы получения металла с использованием углеродных материалов								
1.1 Процессы Доред и Кгурр-Ренн: технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.	7	3		1	1	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
1.2 Процесс Экеторп-Валлак и способ Буше: технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.		2		1	1	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
1.3 Процесс в кипящем шлаковом слое Кавасаки: технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.		2		1	1	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
1.4 Процесс COIN: технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и		2		1	1	Поиск информации в научной и патентной литературе по	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1

перспективы, преимущества и недостатки.						теме занятия.		
Итого по разделу		9		4	4			
2. Классификация основных процессов восстановления железа недефицитными углеродсодержащими восстановителями								
2.1 Предпосылки к переходу на внедоменное получение металла в условиях возможного введения "углеродного налога" и нарастающего дефицита коксующихся углей.	7	3		3	1,5	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Устный опрос	ПК-1.1
2.2 Классификация процессов внедоменного получения черных металлов с использованием углеродного восстановителя: твердофазные и жидкофазные процессы. Основные нерешенные проблемы в предлагаемых современных схемах.		3		3	1,5	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Устный опрос	ПК-1.1
Итого по разделу		6		6	3			
3. Восстановление железа недефицитными углями и техногенными углеродсодержащими материалами								
3.1 Твердофазное восстановление углем в трубчатых печах. Процессы OSI, TDR, DRC, Ghaem, SL/RN, Jindal, Siil, Codir: технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.	7	3		2	1,5	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
3.2 Твердофазное восстановление углем в печах с вращающимся подом. Процессы Comet, Fastmet, Inmetco, Dry Iron, Iron Dinamics: технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.		3		1	1,5	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
3.3 Твердофазное		3		1	1,5	Поиск	Доклад с	ПК-1.1

восстановление углем в реакторе с кипящим слоем (процесс Circofer) и в многоподовой вращающейся печи (процесс Primus): технологические схемы процессов, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.						информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	презентацией / Устный опрос	
3.4 Жидкофазное восстановление с использованием плавильного генератора. Процессы Corex и Finex: технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.	7	3		1	1,5	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
3.5 Восстановление углем в жидкой ванне. Процессы DIOS, Romelt (ПЖВ), Hismelt: технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.		3		1	1,1	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
3.6 Восстановление углем в жидкой ванне. Процессы AusIron, TecnoRed, AISI Direct, Ironmaking, CCF: технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.		3		1	1	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
3.7 Струйно-эмиссионные процессы восстановления железа углем (ИРСИД, БИСРА, СЭР): технологические схемы, опции по сырью и по виду восстановителя, агрегаты, текущее состояние и перспективы, преимущества и недостатки.		3		1	1	Поиск информации в научной и патентной литературе по теме занятия.	Доклад с презентацией / Устный опрос	ПК-1.1
Итого по разделу		21		8	9,1			
Итого за семестр	36		18	16,1			зачёт	

Итого по дисциплине	36		18	16,1		зачет	
---------------------	----	--	----	------	--	-------	--

5 Образовательные технологии

Для реализации предусмотренных видов учебной работы в качестве образовательных технологий в преподавании дисциплины «Внедоменное получение металла» 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 «Внедоменное получение металла», 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
MS Office 2007 Professional	№ 135 от 17.09.2007	бессрочно
7Zip	свободно	бессрочно

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Название курса	Ссылка
Национальная информационно-аналитическая система – Российский индекс научного цитирования (РИНЦ)	https://elibrary.ru/project_risc.asp
Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный институт промышленной собственности»	http://www1.fips.ru/
Электронные ресурсы библиотеки МГТУ им. Г.И.Носова	https://host.megaprolib.net/MP0109/Web

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

По дисциплине «Внедоменное получение металла» 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.

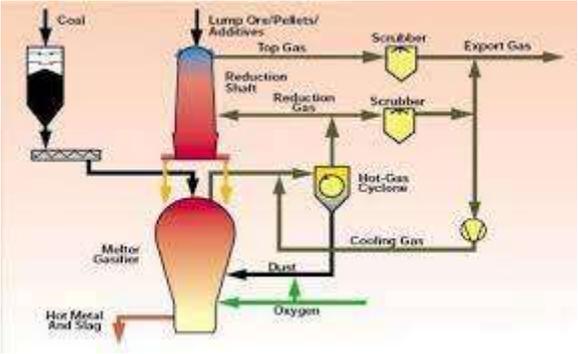
Примерные вопросы для устного опроса по изучаемым темам

1. Классификация внедоменных процессов получения железа с использованием твердых восстановителей
2. Причины развития металлургии железа
3. Термодинамика восстановления оксидов железа твердыми восстановителями в расплаве
4. Получение губчатого железа во вращающихся трубчатых печах
5. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс Inmetco
6. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс DRylron
7. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс FASTMET
8. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс ITmk3
9. Металлизация железорудного сырья твердым восстановителем путем обжига рудоугольных окатышей
10. Одностадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление»
11. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс Cogex
12. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс Dios
13. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс Hismelt
14. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс CCF
15. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс SR Smelter
16. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс IRON DYNAMICS
17. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс FASTMELT
18. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс REDSMELT
19. Процесс Ромелт
20. Плазменные процессы получения жидкого металла

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 с использованием твердых восстановителей 2. Причины развития металлургии железа 3. Термодинамика восстановления оксидов железа твердыми восстановителями в расплаве 4. Получение губчатого железа во вращающихся трубчатых печах 5. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс Inmetco 6. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс DRylron 7. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс FASTMET 8. Получение губчатого железа в печах с вращающимся подом – процесс ITmk3 9. Металлизация железорудного сырья твердым восстановителем путем обжига рудоугольных окатышей 10. Одностадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» 11. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс Corex 12. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс Dios 13. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс Hismelt 14. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс CCF 15. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс SR Smelter

Код индикатора	Индикатор достижения компетенции	Оценочные средства
		<p>16. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс IRON DYNAMICS</p> <p>17. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс FASTMELT</p> <p>18. Двухстадийные способы получения жидкого металла по схеме «восстановление-плавление» - процесс REDSMELT</p> <p>19. Процесс Ромелт</p> <p>20. Плазменные процессы получения жидкого металла</p> <p>Примерные практические задания:</p> <p>По представленной технологической схеме идентифицировать разновидность производственного процесса. Описать подготовку рудного сырья и восстановительных газов. Пояснить достоинства и недостатки схемы. Указать вклад процесса в общую структуру производства железа внедоменными способами.</p> 

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

Промежуточная аттестация по дисциплине «Внедоменное получение металла» 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