

Міністерство освіти і науки України
Запорізький національний університет
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНИЙ НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю.М. Потебні
Директор Інституту наукового
М. Запоріжжя
Україна
(підпис)

Директорка Інженерного навчально-наукового інституту ЗНУ ім. Ю. М. Потебні

« / » 2023

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

освітньо-професійна програма Металургія

Юрій БЕЛОКОНЬ
(ініціали, прізвище)

 Оксана ВОДЕННІКОВА
(підпис) (ініціали, прізвище)

Тетяна ШАРАПОВА
(інішіали, прізвище)

Оксана ВОДЕННІКОВА
(ініціали, прізвище)

2023 рік

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю. М. ПОТЕБНІ
КАФЕДРА МЕТАЛУРГІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директорка Інженерного навчально-
наукового інституту ЗНУ ім. Ю. М. Потебні

(підпис) Наталя МЕТЕЛЕНКО
(ініціали та прізвище)

« _____ » _____ 2023

Безкоксова технологія

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалаврів
(назва освітнього ступеня)

денної (очної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти

спеціальності 136 Металургія
(шифр, назва спеціальності)

освітньо-професійна програма Металургія
(назва) .

Укладач: Харченко О.В., к.т.н., с.н.с., доцент каф. МТЕТБ
(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри металургійних
технологій, екології та техногенної безпеки

Протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.
Завідувач кафедри МТЕТБ

(підпис) Юрій БСЛОКОНЬ
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

(підпис) Оксана ВОДЕННИКОВА
(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
ІННІ ім. Ю. М. Потебні

Протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.
Голова науково-методичної ради ІННІ ім.
Ю. М. Потебні

(підпис) Тетяна ШАРАПОВА
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Відповідальний за секцію «Металургійний
профіль»

(підпис) Оксана ВОДЕННИКОВА
(ініціали, прізвище)

2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

1	2	3	
Галузь знань, спеціальність, освітня програма рівень вищої освіти	Нормативні показники для планування і розподілу дисципліни на змістові модулі	Характеристика навчальної дисципліни	
		очна (денна) форма здобуття освіти	заочна (дистанційна) форма здобуття освіти
Галузь знань <u>13 Механічна інженерія</u> (шифр і назва)	Кількість кредитів – 3	Обов’язкова / <u>Вибіркова</u>	
		Цикл дисциплін BCU5	
Спеціальність <u>136 Металургія</u> (шифр і назва)	Загальна кількість годин – 90	Семестр:	
Освітньо-професійна програма <u>Металургія</u> (назва)		7-й	7-й
	Лекції		
	28 год.	10 год.	
	Практичні/Семінарські/ <u>Лабораторні</u>		
Рівень вищої освіти: бакалаврський	Кількість поточних контрольних заходів – 4	28 год.	6 год.
		Самостійна робота	
		34 год.	74 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Безкоксва технологія» є надання студентам уявлень про історію розвитку та сучасний стан виробництва чавуну та сталі безкоксковими методами; формування знань теоретичних основ і навичок щодо практичного здійснення безкокскових технологій.

Завданням дисципліни є ознайомлення з процесами вироблення чавуну та сталі безкоксковими методами, вивчення закономірностей процесів безкокскової металургії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен **знати:**

- основні процеси безкокскової металургії сталі та чавуну;
- вимоги до сировини;
- технології сучасних процесів безкокскової металургії;
- фізико-хімічні процеси відновлення заліза воднем, вуглецем і вуглеводневими газами;
- властивості металізованого продукту;
- можливості ресурсо- та енергозбереження при застосуванні безкокскових технологій.

вміти:

- розрахувати оптимальний склад шихти для отримання продукту з заданими властивостями;
- виконувати термодинамічний аналіз процесів безкоксової металургії.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути таких компетентностей та результатів навчання (знання, уміння тощо):

Заплановані робочою програмою компетентності та результати навчання	Методи і контрольні заходи
Загальні компетентності: K3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями. K5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях. K6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій. K11. Навички здійснення безпечної діяльності, прагнення до збереження навколишнього середовища. K13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.	Методи: Наочні методи (схеми, моделі). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (розрахункові завдання). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (створення цікавих ситуацій).
Фахові компетентності спеціальності: K16. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії. K17. Здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації. K18. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії. K20. Здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності. K26. Здатність працювати з технічною невизначеністю. K27. Здатність використовувати математичні принципи і методи, необхідні для підтримки спеціалізації в металургії. K29. Здатність забезпечувати якість продукції. K33. Здатність реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії, а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства. K34. Здатність застосовувати кращі світові практики,	Методи: Дослідницький (самостійна робота, проекти). Наочні методи (схеми, моделі). Практичні методи (розрахункові завдання). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).

стандарти діяльності у металургії за спеціалізацією. КЗ9. Здатність оцінювати, розраховувати та обирати сучасні металургійні процеси.	
Програмні результати навчання: ПР3. Передові знання принаймні за однією зі спеціалізацій в металургії. ПР4. Вміння виявляти, формулювати і вирішувати типові та складні й непередбачувані інженерні завдання і проблеми відповідно до спеціалізації, що включає збирання та інтерпретацію інформації (даних), вибір і використання відповідних обладнання, інструментів та методів, застосування інноваційних підходів. ПР6. Вміння обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки. ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії. ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії. ПР23. Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства. ПР24. Розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України.	Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, лабораторно-практичний). Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1 – Основи безкоксової металургії як альтернативи двоступінчастому способу виробництва сталі

Тема 1. Передумови розвитку безкоксової металургії.

Тема 2. Історія розвитку і класифікація процесів безкоксової металургії.

Тема 3. Вихідна залізородна сировина, її підготовка.

Тема 4. Підготовка палива і відновників для процесів безкоксової металургії.

Тема 5. Загальна характеристика продукції.

Змістовий модуль 2 – Твердофазне відновлення заліза

Тема 6. Відновлення заліза монооксидом вуглецю.

Тема 7. Відновлення заліза воднем.

Тема 8. Механізм і кінетика відновлення заліза газами. Порівняння їх відновної здатності.

Тема 9. Відновлення оксидів металів твердим вуглецем.

Тема 10. Металотермія.

Змістовий модуль 3 – Загальна характеристика та показники процесів виробництва губчастого заліза і металізованої сировини

Тема 11. Виробництво губчастого заліза в шахтних печах.

Тема 12. Виробництво губчастого заліза в ретортах.

Тема 13. Виробництво губчастого заліза в обертових печах.

Тема 14. Виробництво губчастого заліза в конвертерах і кільцевих печах.

Тема 15. Виробництво губчастого заліза в киплячому шарі.

Змістовий модуль 4 – Фізико-хімічні основи відновлення заліза із розплаву

Тема 16. Відновлення залізрудних розплавів газами.

Тема 17. Відновлення залізрудних розплавів вуглецем.

Тема 18. Відновлення із розплаву інших елементів.

Тема 19. Механізм та кінетика відновлення із розплаву.

Тема 20. Вплив температури на процеси відновлення заліза із розплаву.

4. Структура навчальної дисципліни

Змістовий модуль	Усього годин	Аудиторні (контактні) години								Самостійна робота, год		Система накопичення балів		
		Усього годин		Лекційні заняття, год		Практичні заняття, год		Лаборат. заняття, год				Теор. завдання, к-ть балів	Практ. завд., к-ть балів	Усього балів
		о/д ист. ф.	з./дист ф.	о/д ист. ф.	з./дист ф.	о/д ф.	з./дист ф.	о/д ф.	з./дист ф.	о/д ф.	з. ./дист. ф.			
1	15	14	3	7	2	-	-	7	1	1	12	5	10	15
2	15	14	5	7	3	-	-	7	2	1	10	5	10	15
3	15	14	5	7	3	-	-	7	2	1	10	5	10	15
4	15	14	3	7	2	-	-	7	1	1	12	5	10	15
Усього за змістові модулі	60	56	16	28	10	-	-	28	6	4	44	20	40	60
Підсумковий семестровий контроль залік	30									30	30	20	20	40
Загалом	90											100		

5. Теми лекційних занять

№ з/м	Назва теми	Кількість год.	
		д.ф.	з.ф.
1	Передумови розвитку безкоксової металургії.	2	0,5
1	Історія розвитку і класифікація процесів безкоксової металургії.	2	-
1	Вихідна залізорудна сировина, її підготовка.	1	1
1	Підготовка палива і відновників для процесів безкоксової металургії.	1	-
1	Загальна характеристика продукції.	1	0,5
2	Відновлення заліза монооксидом вуглецю.	1	0,5
2	Відновлення заліза воднем.	2	1
2	Механізм і кінетика відновлення заліза газами. Порівняння їх відновної здатності.	2	1
2	Відновлення оксидів металів твердим вуглецем.	1	0,5
2	Металотермія.	1	-
3	Виробництво губчастого заліза в шахтних печах.	2	1
3	Виробництво губчастого заліза в ретортах.	1	0,5
3	Виробництво губчастого заліза в оберткових печах.	1	0,5
3	Виробництво губчастого заліза в конвертерах і кільцевих печах.	2	1
3	Виробництво губчастого заліза в киплячому шарі.	1	-
4	Відновлення залізорудних розплавів газами.	2	0,5
4	Відновлення залізорудних розплавів вуглецем.	1	0,5
4	Відновлення із розплаву інших елементів.	1	0,5
4	Механізм та кінетика відновлення із розплаву.	2	0,5
4	Вплив температури на процеси відновлення заліза із розплаву.	1	-
Разом		28	10

6. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість год.	
		д.ф.	з.ф.
1	Ознайомлення з інтерфейсом користувача програмного комплексу «Excalibur».	2	1
2	Відновлення оксиду заліза воднем.	2	-
3	Відновлення оксиду заліза монооксидом вуглецю.	2	1
4	Відновлення залізної руди воднем.	2	1
5	Відновлення залізорудних окатишів воднем.	2	1
6	Відновлення оксидів металів твердим вуглецем.	2	-
7	Моделювання металотермії за допомогою програмного комплексу "Excalibur".	2	-

8	Процес відновлення губчастого заліза у шахтній печі	2	-
9	Моделювання відновлення оксидів металів вуглеводневими газами.	2	-
10	Твердофазне пряме відновлення заліза при виробництві напівпродукту із застосуванням офлюсованого агломерату, окатишів, залізної руди, вапна і водню в якості відновника.	2	-
11	Твердофазне пряме відновлення заліза при виробництві напівпродукту із застосуванням підігрітої шихти: офлюсованого агломерату, окатишів, залізної руди, вапна і водню в якості відновника.	2	-
12	Рідкофазне пряме відновлення заліза при виробництві напівпродукту із застосуванням окатишів, вапна і водню в якості відновника.	2	-
13	Використання металізованої сировини для виробництва чавуну.	2	1
14	Використання губчастого та кричного заліза для виплавки сталі.	2	1
Разом		28	6

7. Самостійна робота

№ з/м	Назва теми	Кількість год.	
		д.ф.	з.ф.
1	Передумови розвитку безкоксової металургії. Історія розвитку і класифікація процесів безкоксової металургії. Вихідна залізородна сировина, її підготовка. Підготовка палива і відновників для процесів безкоксової металургії. Загальна характеристика продукції.	1	12
2	Відновлення заліза монооксидом вуглецю. Відновлення заліза воднем. Механізм і кінетика відновлення заліза газами. Порівняння їх відновної здатності. Відновлення оксидів металів твердим вуглецем. Металотермія.	1	10
3	Виробництво губчастого заліза в шахтних печах. Виробництво губчастого заліза в ретортах. Виробництво губчастого заліза в обертових печах. Виробництво губчастого заліза в конвертерах і кільцевих печах. Виробництво губчастого заліза в киплячому шарі.	1	10
4	Відновлення залізородних розплавів газами. Відновлення залізородних розплавів вуглецем. Відновлення із розплаву інших елементів. Механізм та кінетика відновлення із розплаву. Вплив температури на процеси відновлення заліза із розплаву.	1	12
Разом		4	44

8. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
1	Окатиші металізовані. Металургійні властивості.
2	Підприємства безкоксової металургії чавуну.
3	Підприємства безкоксової металургії сталі.

4	Сировинні матеріали безкоксової металургії.
5	Особливості підготовки залізорудної сировини для процесів безкоксової металургії.
6	Конверсія природного газу.
7	Способи безкоксової металургії.
8	Процеси безкоксової металургії на основі газу.
9	Процеси безкоксової металургії на основі вугілля.
10	Обертова піч для прямого відновлення заліза. Конструкція. Принципи роботи.
11	Доред процес.
12	Инред процес.
13	Корекс процес.
14	НСК процес.
15	Мидрекс процес.
16	Плазмаред процес.
17	Плазмасмелт процес.
18	Пурофер процес.
19	Роторед процес.
20	СПП процес.
21	СЛ-РН процес.
22	Сумітомо процес.
23	Фіор процес.
24	ХИБ процес.
25	ХиЛ процес.
26	Хіт фаст процес.
27	Елкем процес.
28	Елред процес.
29	КР процес.
30	КС процес.

9. Види і зміст поточних контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	*Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
1	Тест 1	Питання для підготовки: Безкоксва металургія як альтернатива двоступінчастому способу виробництва сталі.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторні роботи 1-2	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторні роботи у вигляді файлів MS Word, Excel завантажені на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті	10

			роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	
Усього за ЗМ 1	2			15
2	Тест 2	Питання для підготовки: Твердофазне відновлення заліза.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторні роботи 3-4	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторні роботи у вигляді файлів MS Word, Excel завантажені на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	10
Усього за ЗМ 2	2			15
3	Тест 3	Питання для підготовки: Загальна характеристика та показники процесів виробництва губчастого заліза і металізованої сировини.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторні роботи 5-6	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторні роботи у вигляді файлів MS Word, Excel завантажені на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	10
Усього за ЗМ 3	2			15
4	Тест 4	Питання для підготовки: Фізико-хімічні основи відновлення заліза із розплаву.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 5. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	5
	Лабораторні роботи 7-8	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторні роботи у вигляді файлів MS Word, Excel завантажені на сайт системи Moodle ЗНУ.	Кожне завдання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 5 балів з урахуванням відповідей на	10

			запитання при захисті роботи. Загальна максимальна сума балів визначається кількістю завдань в роботі.	
Усього за ЗМ 4	2			15
Усього за змістові модулі	8			60

10. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Залік	Тестування	Тестування передбачає обмежену у часі (40 хвилин) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання екзамен проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 20. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	20
	Розв'язання практичної задачі	Задача складається з практичного завдання	Правильна відповідь оцінюється у 20 бал з урахуванням кількості виконаних рішень	20
Усього за підсумковий семестровий контроль	2			40

11. Рекомендована література

1. Іващенко В. П. Безкоксова металургія заліза: підручник для внз / В.П. Іващенко, О.Г. Величко, В.С. Терещенко та ін. Дніпропетровськ : «Дніпро-ВАЛ», 2003. 336 с.

2. Губін Г. В. Сучасні промислові способи безкоксової металургії заліза: монографія / Г.В. Губін, В.О. Півень. Кривий Ріг : Криворізький технічний університет, 2010. 332 с.

3. Бондаренко Б. І. Теорія і технологія безкоксової металургії / Б. І. Бондаренко, В.О. Шаповалов, М.І. Гармаш. Київ : «Наукова думка», 2003. 535с.

4. Лялюк В. П. Коксозамінні технології в доменній плавці: монографія / В.П. Лялюк, Й.Г. Товаровський, Д.О. Демчук та ін. Дніпропетровськ : «Пороги», 2006. 276 с.

5. Князєв В. Ф. Безкоксова металургія заліза / В.Ф. Князєв, А.І. Гіммельфарб, А.М. Неменов. М.: Металургія, 1972. 272 с.
6. Тулін М.О. Розвиток безкоксової металургії / М.О. Тулін, Д. Вернер, В. Льозель та ін. М.: Металургія, 1987. 328 с.
7. Юсфін Ю. С. Металургія заліза: підручник для вишів / Ю.С. Юсфін, Н.Ф. Пашков. М.: ІКЦ «Академкнига», 2007. 464 с.
8. Ярошевський С. Л. Виплавка чавуну із застосуванням пиловугільного палива. М.: Металургія, 1988. 176 с.

12. Інформаційні ресурси

1. Метал України та світу [Електронний ресурс] – новини та аналітика металургійного комплексу; досьє (колекція матеріалів преси) на підприємствах України. Режим доступу: <https://ukrmet.dp.ua> .
2. Наукова бібліотека Запорізького національного університету [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://library.znu.edu.ua/> .
3. Система електронного забезпечення навчання ЗНУ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://moodle.znu.edu.ua/> .
4. Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/> .