

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

Наталя МЕТЕЛЕНКО  
(ініціали та прізвище)

2023

**Особливості конвертерного виробництва**

(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

**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

Юрій БЄЛОКОНЬ  
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено  
Гарант освітньо-професійної програми

Оксана ВОДЕННИКОВА  
(підпис) (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

Тетяна ШАРАПОВА  
(підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено  
Відповідальний за секцію «Металургійний  
профіль»

Оксана ВОДЕННИКОВА  
(підпис) (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

\_\_\_\_\_ Наталія МЕТЕЛЕНКО  
 (підпис) (ініціали та прізвище)

« \_\_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023

**Особливості конвертерного виробництва**

(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

\_\_\_\_\_ Юрій БСЛОКОНЬ  
 (підпис) (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

\_\_\_\_\_ Тетяна ШАРАПОВА  
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено:  
 Гарант освітньо-професійної програми

\_\_\_\_\_ Оксана ВОДЕННИКОВА  
 (підпис) (ініціали, прізвище)

Погоджено:  
 Відповідальний за секцію «Металургійний  
 профіль»

\_\_\_\_\_ Оксана ВОДЕННИКОВА  
 (підпис) (ініціали, прізвище)

2023 рік

## 1. Опис навчальної дисципліни

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 <b>13 «Механічна інженерія»</b>	Кількість кредитів – 3	<b>Вибіркова</b>	
		<b>Цикл професійної підготовки освітньої програми ППВС5</b>	
Спеціальність <b>136 «Металургія»</b>	Загальна кількість годин – 90	<b>Семестр:</b>	
		10-й	10-й
		<b>Лекції</b>	
		12 год.	6 год.
Освітньо-професійна програма <b>Металургія</b>	Змістових модулів – 4	<b>Практичні заняття</b>	
		8 год.	2 год.
		<b>Лабораторні роботи</b>	
		-	-
Рівень вищої освіти: <b>бакалаврський</b>	Кількість поточних контрольних заходів – 4	<b>Самостійна робота</b>	
		70 год.	84 год.
		<b>Вид підсумкового семестрового контролю:</b> Залік	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** викладання дисципліни полягає в формуванні у здобувача освіти системи теоретичних знань щодо основ сталеплавильного виробництва, сучасних технологій виплавки сталі, шихтових матеріалів, що використовуються при виплавці сталі, а також основних параметрів процесів та методики їх визначення.

Основними **завданнями** дисципліни є:

- удосконалення навичок, що набуті на спеціальних курсах, та їх використання для вивчення сталеплавильних процесів;
- набуття здатності класифікувати сталі і сталеплавильні процеси за різними ознаками;
- вміння оцінювати якість шихтових матеріалів та обирати відповідні матеріали для різних типів процесу виплавки сталі;
- оволодіння методами розрахунку матеріальних і теплових балансів процесів виплавки сталі у кисневих конвертерах і мартенівських печах;
- оволодіння експериментальними методами дослідження сталеплавильних процесів як практичною основою теоретичних знань;

- ознайомлення з сучасними експериментальними методами, які застосовують в сталеплавильному виробництві.

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

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
<p><b>Загальні компетентності:</b></p> <p>ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК05. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p>	<p>Методи:</p> <p>Наочні методи (схеми, моделі). Словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником). Практичні методи (розрахункові завдання, лабораторні роботи). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (створення цікавих ситуацій).</p>
<p><b>Фахові компетентності спеціальності:</b></p> <p>СФК1. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії.</p> <p>СФК6. Здатність демонструвати творчий та інноваційний потенціал в синтезі рішень і в розробці проектів в металургії.</p> <p>СФК8. Усвідомлення контекстів, в яких можуть бути застосовані знання металургії (наприклад, управління процесами та обладнанням, менеджмент, розробка технології тощо).</p> <p>СФК13. Здатність управляти комплексними діями або проектами відповідно до спеціалізації для забезпечення досягнення поставленої мети з урахуванням всіх аспектів вирішуваної проблеми, у тому числі пов'язаних із виробництвом, експлуатацією, технічним обслуговуванням та утилізацією.</p> <p>СФК14. Здатність забезпечувати якість продукції.</p> <p>СФК18. Здатність реалізовувати концепції ощадливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії, а також впроваджувати ресурсозберігаючі технології, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на</p>	<p>Методи:</p> <p>Дослідницький (самостійна робота, проекти). Наочні методи (схеми, моделі). Практичні методи (розрахункові завдання, лабораторні роботи). Логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації). Метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>

<p>досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства. СФК19. Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії за спеціалізацією.</p>	
<p><b>Програмні результати навчання:</b>          ПР3. Передові знання принаймні за однією зі спеціалізацій в металургії.          ПР04. 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.          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.</p>	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, лабораторно-практичний).</p> <p>Контрольні заходи: теоретичне тестування за змістовим модулем.</p>

**Міждисциплінарні зв'язки.** Відповідно до ОПП дисципліна «Особливості конвертерного виробництва» є вибіркоким компонентом циклу професійної підготовки освітньої програми. При вивченні курсу «Особливості конвертерного виробництва» використовуються знання з дисципліни «Теорія і технологія виробництва сталі».

Знання і вміння з дисципліни «Особливості конвертерного виробництва» необхідні для подальшого вивчення дисципліни «Конструкція металургійних агрегатів», а також стануть у пригоді під час проходження виробничої практики та написання кваліфікаційної роботи бакалавра.

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### Змістовий модуль 1 – Процеси дуття із верхнім повітряним і кисневим продуванням

##### *Тема 1. Вступ до дисципліни.*

Історична довідка. Розвиток технологій виробництва сталі в конвертерах. Місце кисневих конвертерів в сучасному виробництві сталі.

##### *Тема 2. Процеси повітряного дуття.*

Процеси повітряного дуття. Конструкція і схема роботи конвертерів донного дуття. Бесемерівський процес. Томасівський процес. Мале бесемерування.

*Тема 3. Процес з верхнім кисневим продуванням.*

Історія розвитку процесу. Схема конвертера. Загальний опис технології процесу. Шихтові матеріали і вимоги до них. Шлакоутворення і шлаковий режим плавки. Особливості теплового балансу і зміни температури ванни.

*Тема 4. Особливості продування зверху.*

Взаємодія кисневого струменя з рідкою ванною. Поняття реакційної зони. Первинна реакційна зона. Вторинна реакційна зона. Дуттєвий режим плавки. Інтенсивність продування. Тиск кисню. Вміст кисню в дутті. Положення фурми над рівнем спокійної ванни.

## **Змістовий модуль 2 – Донне кисневе і комбіноване продування**

*Тема 5. Донне кисневе продування.*

Особливості технології виплавки стали в кисневому конвертері донного дуття. Шихтовий режим. Дуттєвий режим. Тепловий режим. Особливості конструкції кисневого конвертера донного дуття.

*Тема 6. Комбіноване продування.*

Типи комбінованої продувки. Дуттєвий режим. Тепловий режим. Пристрої для вдування перемішуючого газу через днище конвертерів комбінованого дуття.

*Тема 7. Основні параметри киснево-конвертерної плавки з донним кисневим і комбінованим продуванням.*

Окисленість шлаку. Окисленість металу. Поведінка кремнію і марганцю. Дефосфорація металу. Десульфурація металу. Вміст водню в металі. Склад металевої шихти.

*Тема 8. Технологічні взаємодії.*

Використання комбінованого продування для збільшення частки брухту в металевій шихті. Процеси з продуванням киснем зверху і донним перемішуванням ванни інертними і малоактивними газами.

## **Змістовий модуль 3 – Варіанти технології конвертерного виробництва**

*Тема 9. Використання палива в ході продування*

Процеси в глуходонних конвертерах з підвищеною часткою брухту в металевій шихті. Продування рідкої конвертерної ванни факелом горіння рідкого або газоподібного палива. Використання карбідів кальцію та кремнію. Використання вугілля в конвертерному процесі.

*Тема 10. Продування фосфористих, високомарганцовистих, ванадієвих, хром-вмісних чавунів.*

Продування фосфористих чавунів. Кал-До процес. Роторний процес. Продування високомарганцовистих чавунів. Продування природнолегованих чавунів. Продування ванадієвих чавунів. Деванадація чавуну в конвертерах. Переділ напівпродукту в конвертерах. Продування хром-вмісних чавунів.

*Тема 11. Виробництво якісних, легованих і спеціальних сталей.*

Попередня обробка чавуну. Аргонокислородное рафінування. Відсічка шлаку при випуску металу з конвертера. Сучасні технології розкислення, легування і рафінування стали. Виплавка спеціальних сталей. Легування високоякісної сталі.

#### **Змістовий модуль 4 – Конвертерний цех**

*Тема 12. Основні об'єкти цеху.*

Головна будівля цеху з конвертерним та розливним (або МБЛЗ) прольотами. Міксерне відділення. Шихтове відділення. Відділення роздягання злитків. Відділення охолодження, чищення та змащення виливниць. Відділення підготовки залізничних потягів під розливу.

*Тема 13. Вантажопотоки. Схема роботи цеху.*

Перевезення рідкого чавуну з доменного до конвертерного цеху. Злив чавуну у міксер. Перевезення рідкого чавуну з доменного до конвертерного цеху в ковшах міксерного типу (міксеровозах). Перелив чавуну з міксеровозу в заливний ківш. Розвантаження неметалевих шихтових матеріалів та подача їх у видаткові бункери конвеєрами. Схема подачі неметалевих шихтових матеріалів у конвертер.

*Тема 14. Планування цеху.*

Схема головної будівлі конвертерного цеху з розливом сталі у виливниці. Схема головної будівлі конвертерного цеху з безперервним розливанням сталі. Завантажувальний проліт. Ковшовий проліт. Ділянка позапічного доведення сталі. Шлаковий проліт. Передавальний проліт. Ад'юстаж. Створення ливарно-прокатних комплексів.

#### **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. завдань, к-ть балів	Практ. завд., к-ть балів	Усього балів
		о/д	з/дист. ф.	о/д ф.	з/дист. ф.	о/д ф.	з/дист. ф.	о/д ф.	з./дист. ф.					
1	15	5	3	3	2	2	1	-	-	10	12	7	9	16
2	15	5	3	3	2	2	1	-	-	10	12	6	9	15
3	15	5	2	3	2	2	-	-	-	10	13	6	9	15

4	15	5	-	3	-	2	-	-	-	10	15	6	8	15
Усього за змістові модулі	60	20	8	12	6	8	2	-	-	40	52	25	35	60
Підсумковий семестровий контроль залік	30									30	30	20	20	40
Загалом										90				100

### 5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	<i>Тема 1. Вступ до дисципліни.</i> Історична довідка. Розвиток технологій виробництва сталі в конвертерах. Місце кисневих конвертерів в сучасному виробництві сталі.	1	1
1	<i>Тема 2. Процеси повітряного дуття.</i> Процеси повітряного дуття. Конструкція і схема роботи конвертерів донного дуття. Бесемерівський процес. Томасівський процес. Мале бесемерування.	1	-
1	<i>Тема 3. Процес з верхнім кисневим продуванням.</i> Історія розвитку процесу. Схема конвертера. Загальний опис технології процесу. Шихтові матеріали і вимоги до них. Шлакоутворення і шлаковий режим плавки. Особливості теплового балансу і зміни температури ванни.	0,5	1
1	<i>Тема 4. Особливості продування зверху.</i> Взаємодія кисневого струменя з рідкою ванною. Поняття реакційної зони. Первинна реакційна зона. Вторинна реакційна зона. Дуттєвий режим плавки. Інтенсивність продування. Тиск кисню. Вміст кисню в дутті. Положення фурми над рівнем спокійної ванни.	0,5	-
2	<i>Тема 5. Донне кисневе продування.</i> Особливості технології виплавки сталі в кисневому конвертері донного дуття. Шихтовий режим. Дуттєвий режим. Тепловий режим. Особливості конструкції кисневого конвертера донного дуття.	1	1
2	<i>Тема 6. Комбіноване продування.</i> Типи комбінованої продувки. Дуттєвий режим. Тепловий режим. Пристрої для вдування перемішуючого газу через днище конвертерів комбінованого дуття.	1	-
2	<i>Тема 7. Основні параметри киснево-конвертерної плавки з донним кисневим і комбінованим продуванням.</i> Окисленість шлаку. Окисленість металу. Поведінка кремнію і	0,5	1



	марганцю. Дефосфорація металу. Десульфурція металу. Вміст водню в металі. Склад металевої шихти.		
2	<i>Тема 8. Технологічні взаємодії.</i> Використання комбінованого продування для збільшення частки брухту в металевій шихті. Процеси з продуванням киснем зверху і донним перемішуванням ванни інертними і малоактивними газами.	0,5	-
3	<i>Тема 9. Використання палива в ході продування</i> Процеси в глухдонних конвертерах з підвищеною часткою брухту в металевій шихті. Продування рідкої конвертерної ванни факелом горіння рідкого або газоподібного палива. Використання карбідів кальцію та кремнію. Використання вугілля в конвертерному процесі.	1	1
3	<i>Тема 10. Продування фосфористих, високомарганцевістих, ванадієвих, хром-вмісних чавунів.</i> Продування фосфористих чавунів. Кал-До процес. Роторний процес. Продування високомарганцевістих чавунів. Продування природнолегованих чавунів. Продування ванадієвих чавунів. Деванадація чавуну в конвертерах. Переділ напівпродукту в конвертерах. Продування хром-вмісних чавунів.	1	1
3	<i>Тема 11. Виробництво якісних, легованих і спеціальних сталей.</i> Попередня обробка чавуну. Аргонкіслородное рафінування. Відсічка шлаку при випуску металу з конвертера. Сучасні технології розкислення, легування і рафінування стали. Виплавка спеціальних сталей. Легування високоякісної сталі.	1	-
4	<i>Тема 12. Основні об'єкти цеху.</i> Головна будівля цеху з конвертерним та розливним (або МБЛЗ) прольотами. Міксерне відділення. Шихтове відділення. Відділення роздягання злитків. Відділення охолодження, чищення та змащення виливниць. Відділення підготовки залізничних потягів під розливку.	1	-
4	<i>Тема 13. Вантажопотоки. Схема роботи цеху.</i> Перевезення рідкого чавуну з доменного до конвертерного цеху. Злив чавуну у міксер. Перевезення рідкого чавуну з доменного до конвертерного цеху в ковшах міксерного типу (міксеровозах). Перелив чавуну з міксеровозу в заливний ківш. Розвантаження неметалевих шихтових матеріалів та подача їх у видаткові бункери конвеєрами. Схема подачі неметалевих шихтових матеріалів у конвертер.	1	-
4	<i>Тема 14. Планування цеху.</i> Схема головної будівлі конвертерного цеху з розливом сталі у виливниці. Схема головної будівлі конвертерного цеху з безперервним розливанням сталі. Завантажувальний проліт. Ковшовий проліт. Ділянка позапічного доведення сталі. Шлаковий проліт. Передавальний проліт. Ад'юстаж. Створення ливарно-прокатних комплексів.	1	-
<b>Разом</b>		<b>12</b>	<b>6</b>

## 6. Теми практичних занять

№ змістового	Назва теми	Кількість годин
--------------	------------	-----------------

модуля		о/д ф.	з/дист ф.
1	Вивчення інтерфейсу користувача програмного комплексу «Excalibur»	1	1
1	Отримання низьковуглецевого напівпродукту з використанням чавуну і брухту в кисневому конвертері з основною футерівкою	1	1
2	Отримання низьковуглецевого напівпродукту з використанням брухту і високофосфористого чавуну в кисневому конвертері з основною футерівкою	1	-
2	Отримання низьковуглецевого напівпродукту з використанням брухту і кремністого чавуну в кисневому конвертері з кислотою футерівкою	1	-
3	Оптимізація витрати кисню і чавуну при отриманні низьковуглецевого напівпродукту в кисневому конвертері з основною футерівкою	1	-
3	Зміна поточних параметрів плавки в ході продувки киснем при отриманні низьковуглецевого напівпродукту в кисневому конвертері з основною футерівкою	1	-
4	Вплив конвертерного шлаку на параметри розкислення напівспокійної конструкційної сталі 3пс	1	-
4	Моделювання реакційної зони і розрахунок втрат заліза при продувці чавуну в кисневому конвертері	1	-
<b>Разом</b>		<b>8</b>	<b>2</b>

### 7. 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	Опитування на лекції	Питання для підготовки: Класифікація і маркування сталі. Шихтові матеріали сталеплавильних процесів. Чавун. Металевий брукт. Розкислювачі і легуючі добавки. Неметалеві шихтові матеріали. Флюси. Тверді окислювачі.	Відповіді на питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1бал.	4
	Лабораторна робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: в ході виконання лабораторної роботи на тему «Відбір проби металу з мартенівської печі. Хімічний експрес-аналіз проби металу на вміст вуглецю, марганцю, сірки і фосфору» студент складе індивідуальний звіт, що повинен містити теоретичну і графічну частину та висновки, в яких чітко формулюють основні результати роботи.	Звіт з лабораторної роботи завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ. Виконання ЛР № 1 оцінюється від 1 до 4балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
<b>Усього за ЗМ 1</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
2	Опитування на лекції	Питання для підготовки: Термодинаміка, Залишковий вміст домішок Механізм окислення домішок, Механізм і швидкість розчинення вапна, плавлення брукту, плавлення розкислюючих	Відповіді на питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1бал.	4
	Практична робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	4
<b>Усього за ЗМ 2</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
3	Опитування на лекції	Питання для підготовки: Основні компоненти шлаків. Будова рідких шлаків. Утворення і значення шлаків. Основність і окислювальна здатність. Розчинність газів у шлаку	Відповіді на питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1бал.	4

	Практична робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: практична робота складається із одного розрахункового завдання і у вигляді файлу завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ	Виконання практичної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	<b>4</b>
<b>Усього за ЗМ 3</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
4	Тест 1	Питання для підготовки: Шихтові матеріали сталеплавильних процесів. Варіанти технологічних схем сучасних способів отримання сталі. Класифікація і маркування сталі. Механізм окислення домішок металу киснем. Утворення і значення шлаків	Відповіді на питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 8. Правильна відповідь оцінюється у 0,5 бали.	<b>4</b>
	Лабораторна робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: в ході виконання лабораторної роботи на тему «Вимірювання температури і окисленості рідкої сталі і визначення вмісту вуглецю у двохванній печі за допомогою прибору Multilab Celox» студент складає індивідуальний звіт, що повинен містити теоретичну, розрахункову і графічну частину та висновки, в яких чітко формулюють основні результати роботи.	Звіт з лабораторної роботи завантажується на сайт системи Moodle ЗНУ. Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті.	<b>4</b>
<b>Усього за ЗМ 4</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
<b>Усього за змістові модулі</b>	<b>16</b>			<b>60</b>

\*(критерії оцінювання за електронним посиланням)

## 8. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
<b>екзамен</b>	<b>Письмові відповіді на запитання</b>	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–8 у таблиці 7. Підготовка до відповідей обмежена у часі і складає до 30 хв.	Оцінювання відповіді на теоретичні питання можлива в межах від 5 до 20 балів з урахуванням наступних критеріїв: -знання визначень, основних понять, грамотне застосування понять і термінів – від 2 до 7 балів; -вміння розкрити взаємозв'язок між окремими компонентами питання – від 2 до 8 балів; -відповіді на додаткові питання – від 1 до 5 балів.	<b>20</b>
	<b>Тестування</b>	У разі дистанційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 10. Правильна відповідь оцінюється у 2 бали.	
	<b>Розв'язання задачі</b>	Пропонується розв'язати розрахункове завдання див. розр. завдання до ЗМ 1–8 у таблиці 7.	За правильне виконання практичного завдання студент може отримати до 20 балів, з урахуванням відповідей на запитання при його захисті.	<b>20</b>
Усього за підсумковий семестровий контроль	<b>3</b>			<b>40</b>
Курсова робота	Пояснювальна записка до курсової роботи  Пропонується розробити та розрахувати технологію виплавки сталі в сталеплавильному агрегаті згідно з індивідуальним завданням	Оцінка курсової роботи здійснюється за 100-бальною шкалою, яка складається з двох частин: 1) виконання курсової роботи (до 70 балів) і 2) захисту (до 30 балів). Оцінка « відмінно» (91-100 балів) ставиться, якщо студент: 1) показав глибокі теоретичні знання з дисципліни; 2) оволодів первинними навиками роботи: збирати дані, аналізувати, розраховувати, формулювати висновки; 3) дає свої пропозиції і рекомендації; 4) оформив роботу у відповідності до вимог і подав її до захисту у визначений кафедрою термін; 5) на захисті продемонстрував глибокі знання теми дослідження, тверде і впевнено відповів на запитання. Оцінка « добре» (75-89 балів) ставиться, якщо студент: 1) показав досить високі теоретичні знання; 2) оволодів первинними навиками роботи: збирати дані, аналізувати, осмислювати їх, формулювати	<b>100</b>	

		<p>висновки, але не завжди критично ставиться до використаних джерел та літератури;</p> <p>3) дає свої пропозиції і рекомендації з предмету дослідження, однак відчуває труднощі щодо їх обґрунтування;</p> <p>4) оформив роботу у відповідності до вимог і подав її до захисту у визначений кафедрою термін;</p> <p>5) на захисті продемонстрував добрі знання з теми, відповів на запитання;</p> <p>Оцінка « задовільно» (60-74 балів) ставиться, якщо студент:</p> <p>1) показав достатні теоретичні знання з тієї дисципліни (дисциплін), з якої виконується лана робота;</p> <p>2) в основному оволодів первинними навиками, аналізувати, осмислювати їх, формулювати висновки, однак допускає в роботі порушення принципів логічного і послідовного викладу матеріалу, мають місце окремі фактичні помилки і неточності;</p> <p>3) не може сформулювати пропозиції і рекомендації з теми дослідження, або обґрунтувати їх;</p> <p>4) допускає помилки в оформленні роботи та її науководовідкового апарату;</p> <p>5) на захисті продемонстрував задовільні знання з теми дослідження, але не зумів впевнено й чітко відповісти на додаткові запитання;</p> <p>Оцінка « незадовільно» (менше 60 балів) ставиться в тому разі, якщо на захисті студент проявив повне незнання досліджуваної проблеми, не зумів задовільно відповісти на поставлені питання, що свідчить про несамотійне виконання курсової роботи.</p>	
--	--	---	--

## 9. Рекомендована література

### Основна:

1. Харченко О. В., Лічконенко Н. В. Теорія сталеплавильного виробництва : навч.-метод. посібник для студентів ЗДІА спеціальності 136 «Металургія» ден. та заоч. форм навчання. Запоріжжя, 2017. 159 с.
2. Смірнов О.М., Макуров С.Л., Сафонов В.М. Виробництво зливків сталі та промислових сплавів : навчальний посібник. Донецьк: Ноулідж, 2013. 405 с.
3. Охотський В.Б. Феноменологія сталеплавильних процесів : навч. посібник. Дніпропетровськ: НМетАУ, 2011. 90 с.
4. Cavaliere P. Clean ironmaking and steelmaking processes. Efficient technologies for greenhouse emissions abatement. Springer international publishing, 2019. 596 p.
5. Sujay Kumar D., Yakshil B. C. Basic concepts of iron and steel making. Springer singapore, 2020. 645 p.
6. Ahindra G. Ironmaking and steelmaking. PHI learning, 2020. 492 p.
7. Zushu Li, Claire Davis. Ironmaking and steelmaking. Mdpi AG, 2019. 464 p.
8. Mazumdar D. A first course in iron and steelmaking. Universities press, 2015. 384 p.
9. Tupkary H., Tupkary R. Modern steel making handbook. Mercury learning & information, 2019. 660 p.
10. Cavaliere P. Clean Ironmaking and Steelmaking Processes. Lecce, Italy : Springer, 2019. 596 p.
11. Shamsuddin M. Physical chemistry Of metallurgical Processes. New Jersey : John Wiley & Sons, inc., 2016. 592 p.

### Додаткова:

1. Меджибожський М. Я., Харлашин П. С. Основи термодинаміки і кінетики сталеплавильних процесів : підручник. Київ, 1993. 327 с.
2. Бережний М.М., Хіноцька А.А. Вступ до спеціальності металурга : навчальний посібник. Кривий Ріг: Видавничий центр КТУ, 2009. 287 с.
3. Мовчан В.П., Бережний М.М. Основи металургії : монографія. Дніпропетровськ: Пороги, 2001. 335 с.
4. Бережний М.М., Мовчан В.П. Збагачення та окускування сировини. Кривий Ріг, 2000. 367 с.
5. Бойченко Б.М. Конвертерне виробництво сталі: теорія, технологія, якість сталі, конструкція агрегатів, рециркуляція матеріалів і екологія: підручник для вузів / Б.М. Бойченко, В.Б. Охотський, П.С. Харлашин; Національна металургійна акад. України. Дніпропетровськ: РВА "Дніпро-VAL", 2004. 453 с.
6. Макаревич О.П. Виробництво виливків із спеціальних сталей / О.П. Макаревич, Г.Є. Федоров, Є.О. Платонов. Київ : Видавництво НТУУ „КПІ“, 2005. 712 с.
7. Бигеев А. М., Бигеев В. А. Металлургия стали. Теория и технология плавки стали. Магнитогорск, 2000. 544 с.
8. Кудрин В. А. Теория и технология производства стали. Москва : Мир, 2003. 528 с.
9. Колпаков С. В., Старов Р. В., Смоктий В. В. Технология производства стали в современных конвертерных цехах. Москва, 1991. 464 с.

10. Бойченко Б. М., Охотський В. Б., Харлашин П. С. Конвертерне виробництво сталі: теорія, технологія, якість сталі, конструкції агрегатів, рециркуляції матеріалів і екології. Дніпропетровськ, 2004. 454 с.
11. Колобов Г.А., Воденников С.А., Кириченко А.Г., Мосейко Ю.В., Павлов В.В., Печерица К.А., Карпенко А.В. Переработка отходов вольфрам- и молибденсодержащих сталей и сложнoleгированных сплавов / *Металургія. Збірник наукових праць ЗДІА*. 2016. Вип. 1 (35). С. 19-23.
12. Харченко А.В., Белоконь Ю.А., Кириченко А.Г. Термодинамика и кинетика процесса вторичного электротермического легирования и рафинирования металла / *Металургія. Збірник наукових праць ЗДІА*. 2015. Вип. 1 (33). С. 8-15.
13. Григор'єв С.М., Кириченко О.Г., Воляр Р.М., Зінченко О.Я. Використання брикетів, що вміщують хром, у виробництві порошкових спеціальних сталей / *Металургія. Збірник наукових праць ЗДІА*. 2019. Вип. 1 (41). С. 38-41.
14. Воденников С.А., Гаврилко С.О., Кириченко О.Г. Технологічне проектування у чорній металургії : навчальний посібник з грифом МОНМСУ. Запоріж. держ. інж. акад. Запоріжжя: ЗДІА, 2013. 386 с.
15. Клясева К.А., Кириченко О.Г. Дослідження існуючих технологій виробництва колісної сталі / *Збірка наукових праць магістрантів кафедри металургії*. Вип. 13. Запоріжжя: ЗДІА, 2017. С. 45-50.
16. Коваленко І.В., Кириченко О.Г. Аналіз та дослідження технологічних параметрів позапічної десульфурзації сталі / *Збірник наукових праць магістрантів кафедри Металургії*. Випуск 13. Запоріжжя: Видавництво ЗДІА, 2017. С. 36-44.
17. Ратушняк А.В., Кириченко О.Г. Особливості виплавки безкремністої сталі / *Матеріали XXV науково-технічної конференції студентів, магістрантів, аспірантів, молодих вчених та викладачів*. ІННІ ЗНУ. Запоріжжя: ЗНУ. 2020 р. С.31.

### **Інформаційні ресурси:**

1. Кулицький С. *Українська чорна металургія: стан, проблеми, перспективи*. Центр досліджень соціальних комунікацій НБУВ : веб-сайт. URL: [http://www.nbuviar.gov.ua/index.php?option=com\\_content&view=article&id=2063:ukrajinska-chorna-metallurgiya&catid=8&Itemid=350](http://www.nbuviar.gov.ua/index.php?option=com_content&view=article&id=2063:ukrajinska-chorna-metallurgiya&catid=8&Itemid=350) (дата звернення 30.08.2021).
2. Нікіфорова В. Економічний огляд металургійної галузі України. *Rating.zone* : веб-сайт. URL : <https://rating.zone/ekonomichnyj-ohliad-metallurhijnoi-haluzi-ukrainy/>(дата звернення 30.08.2021).
3. Мельник Я. В. Енергозберігаючі технології як основа для підвищення конкурентоспроможності гірничометалургійної продукції. *Investplan* : веб-сайт. URL: [http://www.investplan.com.ua/pdf/14\\_2011/18.pdf](http://www.investplan.com.ua/pdf/14_2011/18.pdf) (дата звернення 30.08.2021).
4. Bondar V. I., Tarasyuk I. I. Дослідження процесу виробництва сталі у конвертерах із комбінованим продуванням / *Вісник приазовського державного технічного університету. Серія: технічні науки*. № 36. 2018 : веб-сайт. URL : [http://journals.uran.ua/vestnikpgtu\\_tech/article/view/142512](http://journals.uran.ua/vestnikpgtu_tech/article/view/142512) (дата звернення 30.08.2021).
5. Виплавка сталі: історія та сучасність. *Metinvestholding* : веб-сайт. URL : <https://metinvestholding.com/ua/media/article/viplavka-stali-istoriya-i-sovremennostj> (дата звернення 30.08.2021).



6. Voestalpine запатентував «зелене» виробництво сталі. *Responsiblefuture* : веб-сайт. URL : <https://responsiblefuture.com.ua/voestalpine-zapatentuvav-zelene-virobnitstvo-stali/> (дата звернення 30.08.2021).
7. Водень замість вугілля: як зробити виробництво сталі екологічним. *DW* : веб-сайт. URL : <https://www.dw.com/uk/водень-замість-вугілля-як-зробити-виробництво-сталі-екологічним-10062020/av-53757788> (дата звернення 30.08.2021).
8. Производство стали – технология, этапы, оборудование. *Met-all* : веб-сайт. URL : <http://met-all.org/stal/proizvodstvo-stali-tehnologiya-etapy-oborudovanie.html> (дата звернення 30.08.2021).
9. Корниенко А.Э. Сталь. *Modifier* : веб-сайт. URL : <http://www.modificator.ru/terms/steel.html> (дата звернення 30.08.2021).
10. Как и из чего получают сталь. *SPB-stal*. : веб-сайт. URL : <https://spb-stal.ru/stati/kak-i-iz-chego-poluchayut-stal/> (дата звернення 30.08.2021).
11. Сталеплавильное производство. *METALSPACE* : веб-сайт. URL : <https://metalspace.ru/education-career/osnovy-metallurgii/proizvodstvo-stali.html> (дата звернення 30.08.2021).
12. Способы производства стали. *METALLSK* : веб-сайт. URL : <https://metallsk.ru/articles/sposoby-proizvodstva-stali/> (дата звернення 30.08.2021).
13. Глухова А. Производство стали. *STANKIEXPERT* : веб-сайт. URL : <https://stankiexpert.ru/tehnologii/proizvodstvo-stali.html> (дата звернення 30.08.2021).
14. Производство стали. *SCHENCKPROCESS*. : веб-сайт. URL : <https://www.schenckprocess.com/ru/applications/steel-manufacture> (дата звернення 30.08.2021).
15. Производство стали. *PROMPLACE* : веб-сайт. URL : <https://promplace.ru/articles/proizvodstvo-stali-31> (дата звернення 30.08.2021).
16. Марочник стали и сплавов : веб-сайт. URL: <http://www.splav-kharkov.com/> (дата звернення 15.08.2020).