

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ім. Ю. М. ПОТЕБНІ
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА МЕТАЛУРГІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ, ЕКОЛОГІЇ ТА ТЕХНОГЕННОЇ БЕЗПЕКИ

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директорка Інженерного навчально-наукового
інституту ЗНУ ім. Ю. М. Потебні
Наталія МЕТЕЛЕНКО
(ініціали та прізвище)
2023

Металургія вторинних легких металів

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки магістрів
очної (денної) та заочної (дистанційної) форм здобуття освіти
спеціальності **136 Металургія**
освітньо-професійна програма «Металургія кольорових металів»
«Металургія чорних металів»
«Обробка металів тиском»

Укладач Нестеренко Т.М. к.т.н., доц., доцент кафедри МТЕТБ

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

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

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

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

Юрій БЕЛОКОНЬ
(ініціали, прізвище)

Тетяна ШАРАПОВА
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Юрій БЕЛОКОНЬ
(ініціали, прізвище)

Тетяна НЕСТЕРЕНКО
(ініціали, прізвище)

Погоджено
Гарант освітньо-професійної програми

Погоджено
Відповідальний за секцію «Металургійний
профіль»

Олексій КИРИЧЕНКО
(ініціали, прізвище)

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 13 «Механічна інженерія»	Кількість кредитів – 6	Вибіркова	
		Цикл вільного вибору студента в межах спеціальності	
Спеціальність 136 «Металургія»	Загальна кількість годин – 180	Семестр:	
Освітньо-професійна програма Металургія кольорових металів	Змістових модулів – 10	2 -й	2 -й
		Лекції	
		22 год.	8 год.
		Практичні	
		12 год.	6 год.
		Лабораторні	
Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Кількість поточних контрольних заходів – 20	10 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		136 год.	162 год.
		Вид підсумкового семестрового контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання дисципліни «Металургія вторинних легких металів» є формування у здобувачів професійних знань з теоретичних основ і практичного здійснення сучасних способів отримання вторинних легких металів та їх сплавів, необхідних для пошуку оптимальних технологічних схем та обладнання для отримання алюмінію, магнію, титану та їх сплавів із вторинної сировини легких металів, формування навичок оцінювати різні способи вдосконалення відповідних процесів.

Завданням дисципліни є вивчення теоретичних основ та технологічних особливостей сучасних способів отримання алюмінію, магнію, титану та їх сплавів із вторинної сировини легких металів, оволодіння методиками проведення технологічних розрахунків металургійних процесів, а також аналізу технологічних схем отримання вторинних легких металів.

Основними **завданнями** вивчення дисципліни «Металургія вторинних легких металів» є:

- ознайомитися із теоретичними основами та технологічними особливостями основних металургійних процесів виробництва алюмінію, магнію, титану та їх сплавів із вторинної сировини;
- набути навички використання фундаментальних фізико-хімічних законів для пояснення та систематизації явищ у металургійних розчинах і розплавах;
- оволодіти методиками проведення технологічних розрахунків металургійних процесів у виробництві вторинних легких металів та їх сплавів;
- набути навички аналізу технологічних схем отримання алюмінію, магнію, титану та їх сплавів із вторинної сировини легких металів;
- набути навички визначення впливу різних чинників на параметри та показники основних металургійних процесів отримання алюмінію, магнію, титану та їх сплавів із вторинної сировини легких металів;
- набути навички знаходження оптимальних технологічних режимів для проведення металургійних процесів отримання алюмінію, магнію, титану та їх сплавів із вторинної сировини легких металів;
- набути навички застосування досягнень фізико-хімічних наук для вдосконалення вдосконалення металургійних процесів виробництва вторинних легких металів та їх сплавів.

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

Заплановані робочою програмою результати навчання та компетентності	Методи і контрольні заходи
1	2
Загальні компетентності: – ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.	Поєднання традиційних та інтерактивних методів навчання з використанням інноваційних технологій: – наочні методи (схеми, моделі, алгоритми, діаграми); – словесні методи (лекція, пояснення,

	<p>робота з підручником);</p> <ul style="list-style-type: none"> – практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання технологічних схем, обчислення параметрів і показників); – логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації); – проблемно-пошукові методи (репродуктивні); – метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).
<p>Спеціальні (фахові) компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> – СК5. Здатність науково обґрунтовувати вибір матеріалів, основного та допоміжного обладнання для реалізації металургійних технологій. – СК7. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження в металургії та інтерпретувати їх результати. – СК9. Здатність розв'язувати складні задачі і проблеми металургії в широких та мультидисциплінарних контекстах, у нових або незнайомих середовищах за наявності неповної або обмеженої інформації з урахуванням аспектів соціальної та етичної відповідальності. 	<p>Поєднання традиційних та інтерактивних методів навчання з використанням інноваційних технологій:</p> <ul style="list-style-type: none"> – дослідницький (самостійна робота, обробка експериментальних даних); – наочні методи (схеми, моделі, алгоритми, діаграми); – проблемно-пошукові методи (репродуктивні); – практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання технологічних схем, обчислення параметрів і показників); – логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації); – метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).
<p>Програмні результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – РН1. Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків. – РН8. Пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології. – РН11. Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей; – РН12. Розраховувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінювати вплив на продуктивність агрегату та на якість 	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний).</p> <p>Контрольні заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"> – поточний контроль знань проводиться у формі усного опитування на лекції / тестування у в СЕЗН ЗНУ (на платформі Moodle), розв'язання завдань та їхній захист на практичних заняттях, виконання та захист на лабораторних робіт у формі співбесіди; – підсумковий контроль знань проводиться у вигляді заліку в письмовій формі /тестування в СЕЗН ЗНУ (на платформі Moodle), практичне завдання – розв'язання задач.

<p>кінцевого продукту вихідних параметрів з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.</p> <p>– РН14. Розуміння теоретичних та технологічних навичок для дослідження, аналізу та впровадження технологій процесів виробництва кольорових металів, сплавів та іншої продукції кольорової металургії із рудної і вторинної сировини, у тому числі з брухту пошкодженої і зруйнованої військової техніки.</p>	
---	--

Міждисциплінарні зв'язки. Вивчення дисципліни «Металургія вторинних легких металів» передбачає наявність базових знань, які здобувачі мали отримати на попередньому рівні навчання. Вона тісно пов'язана з дисциплінами «Фізико-хімічні процеси виробництва кольорових металів», «Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів» із циклу професійної підготовки освітньої програми та вивчається після їх викладання. Набуті при вивченні дисципліни знання необхідні при написанні кваліфікаційної роботи магістра, у подальшій професійній діяльності.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Сучасний стан та технології збирання вторинної сировини легких металів

Мета і завдання дисципліни. Класифікація і характеристика легких кольорових металів. Сучасний стан та технології збирання вторинної сировини легких металів. Аналіз сучасних тенденцій розвитку виробництва легких металів і застосування вторинної сировини легких металів. Характеристика вторинної сировини легких металів. Характеристика окремих видів вторинної сировини легких кольорових металів. Стандарти на вторинну сировину. Вимоги до постачання сировини. Сучасний стан заготівлі та технології збирання вторинної сировини легких металів.

Змістовий модуль 2. Сучасний стан та перспективні напрями вдосконалення первинної обробки вторинної алюмінієвої сировини

Сучасний стан первинної обробки вторинної алюмінієвої сировини. Розбирання складного брухту. Сортування сировини за сплавами і способи розпізнавання типів сплавів. Дроблення та сепарація сировини. Технології очищення сировини від мастила, вологи, засміченості, лакофарбового покриття, механічних домішок заліза. Пакетування сировини. Технології безокисного сушіння стружки. Транспортування і зберігання сировини. Раціональні варіанти планування обладнання шихтових цехів. Перспективні напрями вдосконалення первинної обробки сировини. Контроль якості підготовки вторинної алюмінієвої сировини до металургійної переробки.

Змістовий модуль 3. Сучасний стан та перспективні напрями вдосконалення металургійної переробки вторинної алюмінієвої сировини

Сучасний стан металургійної переробки вторинної алюмінієвої сировини. Фізико-хімічні основи плавлення сировини. Сучасні технології плавлення сировини в паливних, електричних печах, сучасних плазмових печах та ін. Переплавлення упорної сировини у роторних печах. Особливості переплавлення тонкостінної сировини у циркуляційному контурі. Конструкції плавильних печей і напрями їх вдосконалення.

Сучасні методи рафінування алюмінієвих розплавів від металевих і неметалевих домішок. Перспективні напрями вдосконалення металургійної переробки сировини. Сучасний стан та технології комплексної переробки відходів виробництва алюмінієвих сплавів. Переплавлення шлаків у електродугових печах. Обслуговування технологічного обладнання. Основні показники металургійної переробки вторинної алюмінієвої сировини.

Змістовий модуль 4. Сучасний стан та перспективні напрями переробки відвальних шлаків глиноземного виробництва

Класифікація та характеристика відвальних шлаків глиноземного виробництва. Склад і властивості червоних шлаків. Сучасний стан технологій переробки шлаків. Сучасні способи зневоднення пульпи червоних шлаків для подальшої переробки. Технологічні особливості фільтрування червоних шлаків. Перспективні напрями переробки шлаків глиноземного виробництва.

Змістовий модуль 5. Характеристика магнієвих сплавів. Джерела утворення вторинної магнієвої сировини

Характеристика магнію та магнієвих сплавів. Джерела утворення вторинної магнієвої сировини. Класифікація та характеристика вторинної магнієвої сировини. Технічні умови на габаритні розміри вторинної магнієвої сировини.

Змістовий модуль 6. Сучасний стан та технології переробки вторинної магнієвої сировини

Особливості плавлення, дегазації і модифікування магнієвих розплавів. Переробка вторинної магнієвої сировини в печах з сольовим обігрівом. Способи виплавлення магнієвих сплавів. Сучасний стан переробки вторинної магнієвої сировини. Перспективні напрями переробки вторинної магнієвої сировини. Комплексна переробка вторинної магнієвої сировини.

Змістовий модуль 7. Характеристика титанових сплавів. Джерела утворення вторинної титанової сировини

Характеристика титану і титанових сплавів. Загальна характеристика сплавів кольорових металів. Вимоги до титанових сплавів. Основні терміни. Класифікація, склад, властивості і особливості виплавлення титанових сплавів. Джерела утворення вторинної титанової сировини.

Змістовий модуль 8. Збирання, класифікація і характеристика вторинної титанової сировини

Технології збирання вторинної титанової сировини. Баланс утворення та якість відходів. Класифікація і характеристика вторинної титанової сировини. Гідрометалургійна способи переробки відходів виробництва тетрахлориду титану. Гідрометалургійна переробка катодних осадів титану. Особливості заготовки та первинної обробки відходів титанових сплавів. Контроль якості відходів.

Змістовий модуль 9. Сучасний стан та технології виплавлення злитків первинних і вторинних титанових сплавів із залученням вторинної титанової сировини

Сучасний стан та технології виплавлення злитків первинних титанових сплавів із залученням вторинної титанової сировини. Сучасний стан та технології виплавлення вторинних титанових сплавів із залученням вторинної титанової сировини. Розрахунок шихти для виплавлення злитків вторинних титанових сплавів. Конструкції плавильних печей і напрями їх вдосконалення. Використання відходів у виробництві губчастого титану, феротитану, для легування. Основні показники металургійної переробки вторинної сировини.

Змістовий модуль 10. Сучасні технології рафінування титанових відходів губчастого і металевого титану

Сучасний стан електролітичного рафінування титану та його відходів. Особливості технології, конструкції електролізерів і якість катодного металу. Термічне рафінування титанових відходів. Сучасні технології переробки некондиційних відходів титанових сплавів.

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		Лабораторні роботи, год		Теор. зав-ня, к-ть балів			Практ зав-ня, к-ть балів	Усього балів	
			о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.	о/д ф.	з/дист ф.		о/д ф.	з/дист ф.			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	15	4/1	2	1	-	-	2	-	11	14	3	3	6	
2	15	4/2	2	1	2	1	-	-	11	13	3	3	6	
3	15	6/2	4	1	2	1	-	-	9	13	3	3	6	
4	15	4/1	2	-	-	-	2	1	11	14	3	3	6	
5	15	4/2	2	1	2	1	-	-	11	13	3	3	6	
6	15	4/1	2	-	-	-	2	1	11	14	3	3	6	
7	15	4/2	2	1	2	1	-	-	11	13	3	3	6	
8	15	4/2	2	1	-	-	2	1	11	13	3	3	6	
9	15	6/3	2	1	4	2	-	-	9	12	3	3	6	
10	15	4/2	2	1	-	-	2	1	11	13	3	3	6	
Усього за змістові модулі	150	44/18	22	8	12	6	10	4	106	132	30	30	60	
Підсум-	30								30	30	30	10	40	

ковий семест- ровий контроль залік														
Загалом	180											100		

5. Теми лекційних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Сучасний стан та технології збирання вторинної сировини легких металів	2	1
2	Сучасний стан та перспективні напрями вдосконалення первинної обробки вторинної алюмінієвої сировини	2	1
3	Сучасний стан та перспективні напрями вдосконалення металургійної переробки вторинної алюмінієвої сировини	2	1
3	Сучасний стан та технології комплексної переробки відходів виробництва алюмінієвих сплавів	2	-
4	Сучасний стан та перспективні напрями переробки відвальних шлаків глиноземного виробництва	2	-
5	Характеристика магнієвих сплавів. Джерела утворення вторинної магнієвої сировини	2	1
6	Сучасний стан та технології переробки вторинної магнієвої сировини	2	-
7	Характеристика титанових сплавів. Джерела утворення вторинної титанової сировини	2	1
8	Збирання, класифікація і характеристика вторинної титанової сировини	2	1
9	Сучасний стан та технології виплавлення злитків первинних і вторинних титанових сплавів із залученням вторинної титанової сировини	2	1
10	Сучасні технології рафінування титанових відходів губчастого і металевого титану	2	1
Разом		22	8

6. Теми практичних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
2	Первинна обробка вторинної алюмінієвої сировини	2	1
3	Технологічний розрахунок шихти для плавлення	2	1

	вторинної алюмінієвої сировини		
5	Класифікація та характеристика магнієвих сплавів. Джерела вторинної магнієвої сировини	2	1
7	Класифікація та характеристика титанових сплавів. Джерела вторинної титанової сировини	2	1
9	Розрахунок шихти для виплавлення злитків вторинних титанових сплавів	4	2
Разом		12	6

7. Теми лабораторних занять

№ змістового модуля	Назва теми	Кількість годин	
		о/д ф.	з/дист ф.
1	2	3	4
1	Дослідження металургійного виходу вторинної сировини легких металів	2	-
4	Гідрометалургійна переробка шлаків	2	1
6	Дистиляційне рафінування алюмінієвих розплавів	2	1
8	Гідрометалургійна переробка катодних осадів титану	2	1
10	Електролітичне рафінування титанових відходів	2	1
Разом		10	4

8. 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: Вимоги до постачання окремих видів вторинної сировини легких кольорових металів. Стандарти на сировину. Класифікація і характеристика легких металів. Технології збирання вторинної сировини легких металів.	Тестові питання оцінюються: правильно/ неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	3
	Лабораторна робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
Усього за ЗМ 1	2			6
2	Тест 2	Питання для підготовки: Способи розпізнавання типів сплавів. Дроблення, сепарація, очищення сировини від мастила, вологи та ін. Контроль якості	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь	3

		підготовки вторинної сировини до металургійної переробки	оцінюється у 1 бал.	
	Практична робота 1	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
Усього за ЗМ2	2			6
3	Тест 3	Питання для підготовки: Особливості та сучасні технології плавлення сировини. Вимоги до обладнання для плавлення сировини. Конструкції печей і їх переваги. Сучасні методи рафінування розплавів.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	3
	Практична робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
Усього за ЗМ3	2			6
4	Тест 4	Питання для підготовки: Класифікація та характеристика відвальних шламів. Склад і властивості червоних шламів. Способи зневоднення пульпи червоних шламів. Особливості фільтрування червоних шламів.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	3
	Лабораторна робота 2	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
Усього за ЗМ 4	2			6
5	Тест 5	Питання для підготовки: Характеристика магнію та магнієвих сплавів. Джерела утворення, класифікація вторинної магнієвої сировини. Технічні умови на габаритні розміри сировини.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	3
	Практична робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
Усього за ЗМ 5	2			6
6	Тест 6	Питання для підготовки: Особливості плавлення, дегазації і модифікування магнієвих	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно.	3

		розплавів. Способи виплавлення магнієвих сплавів. Типи і способи переробки вторинної магнієвої сировини.	Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бали.	
	Лабораторна робота 3	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
Усього за ЗМ 6	2			6
7	Тест 7	Питання для підготовки: Класифікація, склад, властивості і особливості виплавлення титанових сплавів Основні терміни. Джерела утворення вторинної титанової сировини.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бали.	3
	Практична робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
Усього за ЗМ 7	2			6
8	Тест 8	Питання для підготовки: Технології збирання та якість вторинної титанової сировини. Класифікація і характеристика сировини. Гідрометалургійна переробка катодних осадів титану. Контроль якості відходів.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бали.	3
	Лабораторна робота 4	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
Усього за ЗМ 8	2			6
9	Тест 9	Питання для підготовки: Виплавлення злитків первинних титанових сплавів із залученням вторинної титанової сировини. Виплавлення вторинних сплавів. Розрахунок шихти. Конструкції печей. Основні показники переробки сировини.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бали.	3
	Практична робота 5	Вимоги до виконання та оформлення: Практична робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3

Усього за ЗМ 9	2			6
10	Тест 10	Питання для підготовки: Реакції на електродах під час електролітичного рафінування відходів титану. Технологія, конструкції електролізерів. Термічне рафінування відходів. Переробки некондиційних відходів титанових сплавів.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бали.	3
	Лабораторна робота 5	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 3 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
Усього за ЗМ 10	2			6
Усього за змістові модулі	20			60

*(критерії оцінювання за електронним посиланням)

9. Підсумковий семестровий контроль

Форма	Види підсумкових контрольних заходів	Зміст підсумкового контрольного заходу	Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
Залік	Теоретичне завдання – письмові відповіді на запитання	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–10 у таблиці 8.	Оцінювання відповіді на теоретичні питання проводиться з урахуванням таких критеріїв: - знання визначень, основних понять, їх грамотне застосування – до 12 балів; - вміння розкривати взаємозв'язок між постулатами та їх застосуванням, даними і формулами тощо – до 12 балів; - відповідей на додаткові питання – до 6 балів.	30
	Тестування	Тестування передбачає обмежену у часі (40 хв.) відповідь на теоретичні питання. У разі дистанційної форми навчання залік проходить у тестовій формі через платформу Moodle.	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 20. Правильна відповідь оцінюється у 1,5 бали.	
	Практичне завдання – розв'язання задачі	Практичне завдання містить 1 розрахункову задачу за темами курсу до ЗМ 1–10. Задача у вигляді файлів	Задача складається з 2 практичних завдань, за кожне з яких студент може отримати до 5 балів, з урахуванням відповідей на запитання при	10

		MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	захисті роботи.	
Усього за підсумковий семестровий контроль	2			40

10. Рекомендована література

Основна:

1. Нестеренко Т. М., Нестеренко О. М., Колобов Г. О., Грицай В. П. Виробництво алюмінієвих сплавів з рудної та вторинної сировини : навч. посіб. Київ : Вища школа, 2007. 207 с.
2. Металургія кольорових металів. Ч.7. Вторинна металургія кольорових металів: підручник / В. М. Бредихін та ін. ; за заг. ред. І. Ф. Червоного. Запоріжжя : ЗДІА, 2009. 454 с.
3. Нестеренко Т. М., Скачков В. О., Воденнікова О. С. Теорія і технологія порошкової металургії : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 192 с.
4. Верховлюк А. М., Нарівський А. В., Могилатенко В. Г. Технології одержання металів та сплавів для ливарного виробництва : навч. посіб. / за ред. акад. НАН України В. Л. Найдека. Київ : Видавничий дім "Вініченко", 2016. 224 с.

Додаткова:

1. Основи металургійного виробництва металів і сплавів : підручник / Д. Ф. Чернега та ін. ; за ред. Д. Ф. Чернеги, Ю. Я. Готвянського. Київ : Вища школа, 2006. 503 с.
2. Пожуєв В. І., Іващенко В. І., Червоний І. Ф., Грицай В. П. Металургія кольорових металів. Ч.1. Сировинні ресурси і виробництво : підручник / за ред. д.т.н., проф. І. Ф. Червоного. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 334 с.
3. Єгоров С. Г., Червоний І. Ф., Воляр Р. М. Конструкції агрегатів кольорової металургії : підручник. Запоріжжя: ЗДІА, 2012. 230 с.
4. Шаповалов В. О., Шейко І. В., Ремізов Г. О. Плазмові процеси та устаткування в металургії : підручник / за ред. акад. Б. Є. Патона. Київ : Хімджест, 2012. 384 с.
5. Нестеренко Т. М. Металургія легких металів : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗДІА, 2006. 60 с.
6. Нестеренко Т. М., Падалка В. П. Металургія легких металів. Розділ «Печі для плавки вторинної алюмінієвої сировини» : метод. вказівки до практичних занять з дисципліни. Запоріжжя : ЗП, 2001. 49 с.
7. Нестеренко Т. М. Металургія легких металів : метод. вказівки до виконання курсової роботи. Запоріжжя : ЗДІА, 2004. 48 с.

8. Колобов Г. О. Первинна переробка відходів легких кольорових металів (алюмінію, магнію, титану) : навч. посіб. Київ : НМК ВО, 2002. 95 с.
9. Нестеренко Т. М. Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : метод. вказівки до лабораторних робіт. Запоріжжя : ЗНУ, 2023. 64 с.
10. Нестеренко Т. М. Фізико-хімічні процеси та технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : метод. вказівки до практичних занять, самостійної роботи та виконання курсової роботи. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 128 с.
11. Нестеренко Т. М., Воденнікова О. С. Конструкції технологічних агрегатів кольорової металургії : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 100 с.
12. **Нестеренко Т. М.**, Нестеренко О. М. Дослідження впливу попередньої обробки поверхні стружки титанових сплавів на вибір подальшої технології рециркулювання. *Інноваційні підходи до розвитку техніки і технологій*. В 2 кн. Кн.2 : монографія. Одеса, 2015. С. 76–88.
13. Navlík Tomáš. Hydrometallurgy Principles and applications. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2008. 551 p.
14. Lantelme F., Groult H. Molten Salt Chemistry. From Lab to Applications. Elsevier, 2013. 592 p.
15. **Nesterenko T. M.** Modern state and technologies of titanium alloys production. *Innovation in der modernen Wissenschaft* : monografische Reihe «Europäische Wissenschaft». Buch 12. Teil 1. Karlsruhe, 2022. S. 5,8–34,165–167.
16. Ivanov V. I., Skachkov V. O., **Nesterenko T. M.**, Harchenko O. I. About diffusive transfer of thermal energy and mass of components in thermodynamics heat-resistant systems. *Металургія*. Запоріжжя. 2021. Вип. 2. С. 87–94.
17. Norgate T. E., Wellwood G. The potential applications for titanium metal powder and their life cycle impacts. *Ibid.* 2006. V. 58, N 9. P. 58–63.
18. **Нестеренко Т. М.**, Нестеренко О. М., Кучер Д. С. Фільтрування алюмінієвих розплавів, отриманих із вторинної алюмінієвої сировини з лакофарбовим покриттям, крізь зернисті фільтри. *Modern engineering and innovative technologies*. 2019. Т. 1. № 10. С. 91–96.
19. Ivanov V. I., **Nesterenko T. M.**, Lukoshnikov I. E. About metal layer deposition on cathode at electrolysis of ionic melts. *SWorld Journal*. 2017. Issue 11. Vol.10. P. 83–86.
20. **Nesterenko T. M.**, Nesterenko O. M. Degreasing of titanium chips for production of titanium powders by hydrometallurgical deoxidation method. *SWorld Journal*. 2017. Issue 13. P. 220–223.

Інформаційні ресурси:

1. Сучасний стан і прогноз розвитку світової титанової промисловості на період до 2026 року. Повідомлення 4. Феротитан / Колобов Г. О. та ін. *Металургія* : зб. наук. праць. Запоріжжя, 2020. Вип. 1. С. 5–10. URL: <http://metal.journalsofznu.zp.ua/index.php/journal/article/view/47/44> (дата звернення: 21.08.2023).
2. Нестеренко Т. М. Про технології переробки відходів виробництва та

- споживання із кольорових металів. *Еко Форум – 2021* : зб. тез доп. V спеціалізов. міжнар. Запорізького еколог. форуму (м. Запоріжжя, 14-16 вер. 2021 р.). Запоріжжя, 2021. С. 288–290. URL: https://ziif.in.ua/wp-content/uploads/2021/09/tezysy-21_sajt.pdf (дата звернення: 21.08.2023).
3. Корнієнко В. О., Нестеренко Т. М. Про рафінування розплавів із низькоякісної вторинної алюмінієвої сировини. *Актуальні питання сталого науково-технічного та соціально-економічного розвитку регіонів України* : матеріали II Всеукр. науково-практ. конф. за участю молодих науковців (м. Запоріжжя, 18-20 жовт. 2022 р.). Запоріжжя : ЗНУ, 2022. С. 219–220. URL: https://www.znu.edu.ua/ii_znu/nauka/conf2/znrbyk_22.pdf (дата звернення: 21.08.2023).
 4. Лотошников О. О., Нестеренко Т. М. Технологічні особливості згущення червоних шламів із використанням флокулянтів. *Актуальні проблеми, пріоритетні напрямки та стратегії розвитку України* : тези доп. I міжнар. наук.-практ. онлайн-конф. (м. Київ, 15 бер. 2021 р.). Київ, 2021. С. 689–691. URL : <https://itta.org.ua/onlajn-konferenciya-15-03-2021/> (дата звернення: 21.08.2023).
 5. Артеменко Я. С., Комок О. О., Нестеренко Т. М. Переробка алюмінієвого та титанового брухту для вилучення кольорових металів. *Молода наука-2023* : зб. наук. праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених, Запоріжжя, 17-22 квіт. 2023 р. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. Т.5. С.13–15. URL: https://sites.znu.edu.ua/stud-sci-soc//2023/tom_5_2023_r_k_.pdf (дата звернення: 21.08.2023).
 6. Діденко Л. М., Нестеренко Т. М. Особливості технологічного контролю домішок при виробництві силумінів із вторинної сировини. *Молода наука-2023* : зб. наук. праць студентів, аспірантів, докторантів і молодих вчених, Запоріжжя, 17-22 квіт. 2023 р. Запоріжжя: ЗНУ, 2023. Т.5. С.23–25. URL : https://sites.znu.edu.ua/stud-sci-soc//2023/tom_5_2023_r_k_.pdf (дата звернення: 21.08.2023).
 7. Лукошніков А. І., Груша А. І., Нестеренко Т. М. Очищення титанової стружки для виготовлення електролітичних титанових порошків. *Молода академія–2019* : зб. тез доп. всеукр. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених (Дніпро, 21-22 трав. 2019 р.). Дніпро : НМетАУ, 2019. Т.1. С. 33. URL: https://nmetau.edu.ua/file/tom_1.pdf (дата звернення: 21.08.2023).
 8. Нестеренко Т. М., Артеменко Я. С. Переробка алюмінієвих виробів, використаних у будівництві та транспорті, для ресурсозбереження. *Green Construction* : матеріали II Міжнар. наук.-практ. конф., м. Київ, 13-14 квітн. 2023. Київ: КНУБА, 2023. С. 518–521. URL: https://library.knuba.edu.ua/books/zbirniki/30/greenconst_2_23.pdf (дата звернення: 21.08.2023).
 9. Діденко Л. М., Нестеренко Т. М. Дослідження очищення розплавів кольорових металів і сплавів від домішок. *Молода академія–2023* : зб. тез доп. всеукр. наук.-техн. конф. студентів і молодих учених (Дніпро, 24-25 трав. 2023 р.). Дніпро : УДУНТ, 2023. Т.1. С. 36–37. URL: https://nmetau.edu.ua/file/tom_1_23.pdf (дата звернення: 21.08.2023).

- 10.°Металургія вторинних легких металів : підручники, монографії, наукові статті. URL: [http:// www.twirpx.com](http://www.twirpx.com) (дата звернення: 21.08.2023).
- 11.°Металургія : журнал / Запорізький національний університет. URL: <http://metal.journalsofznu.zp.ua/index.php/journal> (дата звернення: 21.08.2023).
- 12.°Теорія та практика металургії : наук.-техн. журнал / Інститут промислових та бізнес технологій Українського державного університету науки і технологій. URL: <http://www.nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p1504> (дата звернення: 21.08.2023).
- 13.°Metal Journal : політехн. журнал. URL: <http://www.metaljournal.com.ua/> (дата звернення: 21.08.2023).
- 14.°Технології переробки вторинної сировини легких металів : наукові журнали, період. видання / Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 21.08.2023).