



ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ  
ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

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



*(Handwritten signature)*  
(підпис)

Н.Г. Метеленко  
(ініціали та прізвище)  
2024

**СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Металургія рідкісних металів**

(назва навчальної дисципліни)

підготовки бакалаврів

(назва освітнього ступеня)

денної та заочної форм здобуття освіти

освітньо-професійна програма Металургія

(назва)

освітньо-професійна програма Обробка металів тиском

(назва)

спеціальності 136 Металургія

(шифр, назва спеціальності)

галузі знань 13 Механічна інженерія

(шифр і назва)

**ВИКЛАДАЧ:** Нестеренко Т. М., к.т.н. доцент, доцент кафедри

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

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

Протокол № 1 від "29" серпня 2024 р.

Завідувач кафедри МТЕТБ

*(Handwritten signature)*  
(підпис) Ю.О. Белоконь  
(ініціали, прізвище)

Погоджено  
Гарант освітньо-професійної програми  
*(Handwritten signature)*  
(підпис) О.С. Воденнікова  
(ініціали, прізвище)

Погоджено  
Гарант освітньо-професійної програми  
*(Handwritten signature)*  
(підпис) Д.О. Кругляк  
(ініціали, прізвище)

2024 рік



**Зв'язок з викладачем (викладачами):** кандидат технічних наук, доцент,

*Нестеренко Тетяна Миколаївна*

**E-mail:** tan-nesterenko@ukr.net

**Сезн ЗНУ повідомлення:** <https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8722>

**Телефон:** (061) 227-12-53 (кафедра)

**Інші засоби зв'язку:** Moodle (форум курсу, приватні повідомлення), Zoom, електронна пошта

**Кафедра:** металургійних технологій, екології та техногенної безпеки, 11 корпус ЗНУ, ауд.Л222

## 1. Опис навчальної дисципліни

**Метою** вивчення навчальної дисципліни «Металургія рідкісних металів» є формування у здобувачів вищої освіти професійних знань з теоретичних основ і практичного здійснення сучасних процесів виробництва рідкісних кольорових металів з рудної і вторинної сировини, необхідних для пошуку оптимальних технологічних схем та обладнання для виробництва рідкісних металів, формування навичок оцінювати різні способи вдосконалення відповідних процесів.

**Завданням** дисципліни є вивчення теоретичних основ та технології виробництва рідкісних металів з рудної і вторинної сировини, оволодіння методиками проведення технологічних розрахунків і здійснення металургійних процесів, а також вибору оптимальних технологічних схем виробництва рідкісних металів. Дисципліна «Металургія рідкісних металів» входить до циклу професійної підготовки освітньої програми «Металургія», її вивчення ґрунтується як на загальноосвітніх (загальна хімія, математика, фізика), так і на спеціальних («Металургія кольорових металів», «Збагачення металургійної сировини», «Кристалографія та мінералогія» та ін.) дисциплінах. Вона тісно пов'язана з фаховими дисциплінами «Металургія кольорових металів», «Конструкція металургійних агрегатів», «Теорія та технологія порошкової металургії», передусє вивченню вибіркового (за вибором в межах освітньої програми) дисциплін «Металургія важких металів», «Металургія благородних металів». Виконання групових лабораторних завдань спонукає до розвитку навичок командної роботи, організаційних та лідерських якостей. Дисципліна «Металургія рідкісних металів» допоможе здобувачеві оволодіти теоретичними основами та технологією виробництва титанового шлаку, тетрахлориду титану, губчастого і металевого титану з рудної і вторинної сировини, титанових порошоків, вольфраму і його оксидів, а також молібдену, ніобію, рідкісноземельних металів та галію, підготуватися до написання кваліфікаційної роботи бакалавра, у подальшій професійній діяльності.

## Паспорт навчальної дисципліни

Нормативні показники	денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
1	2	3
Статус дисципліни	<b>Вибіркова</b>	
Семестр	-	7 -й
Кількість кредитів ECTS	<b>5</b>	
Кількість годин	150	
Лекційні заняття	- год.	10 год.
Лабораторні заняття	- год.	8 год.
Самостійна робота	- год.	102 год.
Консультації	10:00-11:00 четвер, ІННІ, ауд.Л222; дистанційні – Zoom (за розкладом) або за попередньою домовленістю, розкладу проведення консультацій розміщений за посиланням: <a href="https://www.znu.edu.ua/2024/den/inni/kons-inni.pdf">https://www.znu.edu.ua/2024/den/inni/kons-inni.pdf</a>	
Вид підсумкового семестрового контролю:	<b>залік</b>	



Посилання на електронний курс у СЕЗН ЗНУ (платформа Moodle)	<a href="https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8722">https://moodle.znu.edu.ua/course/view.php?id=8722</a>
---	---

## 2. Методи досягнення запланованих освітньою програмою компетентностей і результатів навчання

Компетентності/ результати навчання	Методи навчання	Форми і методи оцінювання
1	2	3
<b>Загальні компетентності:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- ЗК2. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</li><li>- ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</li><li>- ЗК4. Здатність працювати в команді.</li><li>- ЗК5. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</li><li>- ЗК6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</li><li>- ЗК7. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.</li><li>- ЗК8. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.</li><li>- ЗК12. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</li><li>- ЗК13. Здатність приймати обґрунтовані рішення.</li><li>- ЗК14. Здатність планувати та управляти часом.</li></ul>	Поєднання традиційних та інтерактивних методів навчання з використанням інноваційних технологій: <ul style="list-style-type: none"><li>– наочні методи (схеми, моделі, алгоритми, діаграми);</li><li>– словесні методи (лекція, пояснення, робота з підручником);</li><li>– практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання технологічних схем, обчислення параметрів і показників);</li><li>– логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації);</li><li>– проблемно-пошукові методи (репродуктивні);</li><li>– метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</li></ul>	Усне опитування під час лекційних і лабораторних занять, тестування, відповіді на запитання під час захисту та обговорення результатів виконання лабораторних робіт, виконання та захист самостійної підсумкової роботи
<b>Спеціальні (фахові) компетентності:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- СФК1. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії.</li><li>- СФК2. Здатність</li></ul>	Поєднання традиційних та інтерактивних методів навчання з використанням інноваційних технологій: <ul style="list-style-type: none"><li>– дослідницький (самостійна робота, обробка</li></ul>	Усне опитування під час лекційних і лабораторних занять, тестування, відповіді на запитання під час захисту та обговорення результатів виконання лабораторних робіт,

<p>вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації.</p> <p>- СФК3. Критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері 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>- СФК16. Усвідомлення вимог до діяльності в сфері спеціалізації, зумовлених необхідністю забезпечення сталого розвитку.</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 досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.</p> <p>- СФК19. Здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти</p>	<p>експериментальних даних);</p> <p>– наочні методи (схеми, моделі, алгоритми, діаграми);</p> <p>– проблемно-пошукові методи (репродуктивні);</p> <p>– практичні методи (творчі завдання, контрольні, складання технологічних схем, обчислення параметрів і показників);</p> <p>– логічні методи (індуктивні, дедуктивні, створення проблемної ситуації);</p> <p>– метод формування пізнавального інтересу (навчальна дискусія, створення цікавих ситуацій).</p>	<p>виконання та захист самостійної підсумкової роботи</p>
---	--	---



<p>діяльності у металургії за спеціалізацією.</p>		
<p><b>Програмні результати навчання:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>- 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.</li><li>- ПР10. Розуміння особливостей матеріалів, що застосовуються, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів, а також їх обмежень відповідно до спеціалізації.</li><li>- ПР11. Вміння поєднувати теорію і практику для вирішення інженерних завдань відповідної спеціалізації металургії.</li><li>- ПР13. Вміння застосовувати стандарти інженерної діяльності відповідно до спеціалізації.</li><li>- ПР19. Вміння впроваджувати автоматизовані інструменти управління в усіх напрямках діяльності.</li><li>- ПР21. Вміння застосовувати концепції бережливого виробництва та загальні принципи зниження виробничих витрат у металургії.</li><li>- ПР22. Навички прийняття рішень в нестандартних ситуаціях, зокрема, рішень, спрямованих на усунення або запобігання виникненню несприятливого (кризового, аварійного) стану</li></ul>	<p>Методи контролю і самоконтролю (усний, письмовий, програмований, лабораторно-практичний). Контрольні заходи:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>– поточний контроль знань проводиться у формі усного опитування на лекції / тестування у в СЕЗН ЗНУ (на платформі Moodle), виконання та захист лабораторних робіт у формі співбесіди;</li><li>– підсумковий контроль знань проводиться у вигляді екзамену в письмовій формі /тестування у в СЕЗН ЗНУ (на платформі Moodle), практичне завдання – розв’язання задач</li></ul>	<p>Усне опитування під час лекційних і лабораторних занять, тестування, відповіді на запитання під час захисту та обговорення результатів виконання лабораторних робіт, виконання та захист самостійної підсумкової роботи</p>



<p>металургійного обладнання.</p> <p>- ПР23. Розуміння питань впровадження ресурсозберігаючих технологій, які дозволяють акумулювати ресурси, спрямовані на досягнення цілей в усіх напрямках діяльності металургійного підприємства.</p> <p>- ПР24. Розуміння кращих світових практик і стандартів діяльності та навички застосовувати їх у металургійній галузі України.</p>		
--	--	--

### **3. Зміст навчальної дисципліни**

#### **Змістовий модуль 1. Загальна характеристика та класифікація рідкісних металів**

Загальна характеристика та особливості рідкісних металів. Класифікація рідкісних металів на групи, характеристика груп рідкісних металів. Історія розвитку металургії рідкісних металів. Використання рідкісних металів в галузях промисловості, їх внесок у розвиток сучасної техніки, новітні розробки у металургії рідкісних металів. Сировинна база виробництва рідкісних металів. Технологічні методи та особливості технології виробництва рідкісних металів з рудної сировини.

#### **Змістовий модуль 2. Металургія вольфраму**

Властивості, галузі використання, сировинна база, мінерали та руди вольфраму. Способи розкладання вольфрамових концентратів. Розкриття вольфрамових концентратів спіканням з содою. Промислове обладнання, що використовується для спікання вольфрамових концентратів. Отримання триоксиду вольфраму. Хімізму і технології гідрометалургійної переробки продуктів розкладання вольфрамових концентратів. Кислотний спосіб розкриття шеелітового концентрату. Виробництво порошків металевого вольфраму.

#### **Змістовий модуль 3. Металургія первинного титану**

Властивості, галузі використання, сировинна база, мінерали та руди титану. Магнієтермічний спосіб виробництва губчастого титану. Технологія виплавлення титанового шлаку. Хлорування титанового шлаку. Вакуумна сепарація реакційної маси та способи організації процесу. Методи та технологія переплавлення титанової губки. Отримання титану високої чистоти.





#### **Змістовий модуль 4. Металургія вторинного титану**

Збирання вторинної титанової сировини та вимоги до неї. Класифікація вторинної титанової сировини. Способи переробки некондиційної титанової стружки та отримані продукти. Хімізм і технологія процесу переробки некондиційних титанових відходів методом електролітичного рафінування для отримання титанового порошку. Основні електродні реакції при електролітичному рафінуванні титанових відходів Стадій гідрометалургійної переробки катодних осадів титану. Характерні особливості вилуговування катодних осадів титану. Основні реакції, що відбуваються при термічному рафінуванні титанових відходів.

#### **Змістовий модуль 5. Металургія молібдену**

Властивості, галузі використання, сировинна база, мінерали та руди молібдену. Молібденові руди та їх збагачення. Промислові способи переробки молібденітових концентратів. Механізм окислювального випалювання молібденітового концентрату, вплив температури на окислення сульфідних часточок. Аміачний спосіб. Вилуговування  $\text{MoO}_3$  розчинами аміаку, очищення розчинів молібдату амонію від домішок цинку і нікелю. Способи виділяють сполуки молібдену з аміачних розчинів. Виробництво триоксиду молібдену сублимацією. Процеси отримання молібденового порошку і молібдену. Переробка збідненої сировини і відходів.

#### **Змістовий модуль 6. Металургія ніобію**

Властивості, галузі застосування, сировинна база, мінерали та руди ніобію. Основні промислові способи виробництва ніобію та його сплавів. Промислові способи переробки концентратів, що містять ніобій і тантал. Хімізм і технологія розкриття концентратів плавиковою кислотою. Хімізм і технологія поділу ніобію і танталу та отримання їх чистих сполук. Переробка твердих хлоридів хлорування лопаритового концентрату Відновлення і рафінування металевого ніобію та його сплавів.

#### **Змістовий модуль 7. Металургія галію**

Властивості, галузі використання галію та його сполук. Сировинна база для виробництва галію, мінерали, що містять галій. Поведінка галію у виробництві глинозему. Основні промислові способи переробки алюмінієвої сировини. Лужно-вапняний спосіб вилучення галію. Переробка алюмінатних розчинів виробництва глинозему за способом Байєра. Електрохімічні способи отримання технічного галію. Цементация галію на галамі алюмінію. Хімізм і технологія електролітичного отримання галію, технологічні чинники, що впливають на вихід галію за струмом. Методи рафінування галію.

#### **Змістовий модуль 8. Металургія рідкісноземельних і радіоактивних металів**

Класифікація рідкісноземельних металів, підгрупи лантаноїдів. Металургія лантану і лантаноїдів. Властивості, галузі використання рідкісноземельних



металів та їх сполук. Сировинна база, мінерали, руди та концентрати рідкісноземельних металів. Основні промислові способи розкладання монацитових концентратів, їх відмінності та особливості. Хімізм і технологія гідрометалургійної переробки монацитових і лопаритових концентратів та отримання порошків оксидів рідкісноземельних металів. Металургія актинію та актиноїдів. Металургія торію. Металургія урану. Металургія плутонію.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Вид заняття /роботи	Назва теми	Кількість годин		Згідно з розкладом
		о/д.ф.	з.ф.	
1	2	3	4	5
Лекція 1	Тема. Загальна характеристика та класифікація рідкісних металів	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Лабораторне заняття 1	Тема. Розкриття вольфрамових концентратів спіканням з содою	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Самостійна робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	-	13	
Лекція 2	Тема. Металургія вольфраму	-	2	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Лабораторне заняття 2	Тема. Отримання триоксиду вольфраму	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Самостійна робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	-	12	
Лекція 3	Тема. Металургія первинного титану	-	2	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Лабораторне заняття 3	Тема. Розкриття шелітового концентрату кислотним способом	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Самостійна робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	-	12	
Лекція 4	Тема. Металургія вторинного титану	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Лабораторне заняття 4	Тема. Гідрометалургійна переробка катодних осадів титану	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Самостійна робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	-	13	
Лекція 5	Тема. Металургія молібдену	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Лабораторне заняття 5	Тема. Випалювання молібденітового концентрату	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>





Самостійна робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	-	13	
Лекція 6	Тема. Металургія ніобію	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Лабораторне заняття 6	Тема. Отримання парамолібдату амонію	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Самостійна робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	-	13	
Лекція 7	Тема. Металургія галію	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Лабораторне заняття 7	Тема. Отримання галію електролізом лужних розчинів	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Самостійна робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	-	13	
Лекція 8	Тема. Металургія рідкісноземельних металів	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Лабораторне заняття 8	Тема. Отримання порошоків оксидів рідкісноземельних металів осадженням із розчинів	-	1	<i>тиждень 1 (настановча сесія)</i>
Самостійна робота	Розміщено в СЕЗН ЗНУ	-	13	

## 5. Види і зміст контрольних заходів

№ змістового модуля	Види поточних контрольних заходів	Зміст поточного контрольного заходу	*Критерії оцінювання	Усього балів
1	2	3	4	5
<b>Поточний контроль</b>				
1	Тест 1	Питання для підготовки за навчальним матеріалом змістового модуля 1 (розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни)	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 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4
<b>Усього за ЗМ 1</b>	<b>2</b>			<b>7</b>
2	Тест 2	Питання для підготовки за навчальним матеріалом змістового модуля 2 (розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни)	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	4



	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 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4
<b>Усього за ЗМ 2</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
3	Тест 3	Питання для підготовки за навчальним матеріалом змістового модуля 3 (розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни)	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	4
	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 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4
<b>Усього за ЗМ 3</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
4	Тест 4	Питання для підготовки за навчальним матеріалом змістового модуля 4 (розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни)	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	4
	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 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4
<b>Усього за ЗМ 4</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
5	Тест 5	Питання для підготовки за навчальним матеріалом змістового модуля 5 (розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни).	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бал.	4
	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 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	4
<b>Усього за ЗМ 5</b>	<b>2</b>			<b>8</b>
6	Тест 6	Питання для підготовки за навчальним матеріалом змістового модуля 6 (розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни)	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бали.	4
	Лабораторна робота 6	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 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	3
<b>Усього за ЗМ 6</b>	<b>2</b>			<b>7</b>
7	Тест 7	Питання для підготовки за навчальним матеріалом змістового модуля 7 (розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни)	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань – 3. Правильна відповідь оцінюється у 1 бали.	3



	Лабораторна робота 7	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Exc або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	<b>4</b>
<b>Усього за ЗМ 7</b>	<b>2</b>			<b>7</b>
<b>8</b>	Тест 8	Питання для підготовки за навчальним матеріалом змістового модуля 8 (розділ 3 робочої програми навчальної дисципліни)	Тестові питання оцінюються: правильно/неправильно. Кількість питань –4. Правильна відповідь оцінюється у 1 бали.	<b>4</b>
	Лабораторна робота 8	Вимоги до виконання та оформлення: Лабораторна робота у вигляді файлів формату MS Exc або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Виконання лабораторної роботи за змістовим модулем оцінюється від 1 до 4 балів з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	<b>4</b>
<b>Усього за ЗМ 8</b>	<b>2</b>			<b>7</b>
<b>Усього за поточний контроль</b>	<b>16</b>			<b>60</b>
		<b>Підсумковий контроль</b>		
<b>Залік</b>	Теоретичне завдання – письмові відповіді на запитання	Питання для підготовки: див. питання до ЗМ 1–8 у таблиці 5.	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.	<b>30</b>
	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 1–8. Задача у вигляді файлів MS Excel або MS Word завантажена на сайт СЕЗН Moodle ЗНУ.	Задача складається з 2 практичних завдань, за кожне з яких студент може отримати до 5 балів, з урахуванням відповідей на запитання при захисті роботи.	<b>10</b>
<b>Усього за підсумковий семестровий контроль</b>				<b>40</b>



### Шкала оцінювання ЗНУ: національна та ECTS

За шкалою ECTS	За шкалою університету	За національною шкалою	
		Екзамен	Залік
A	90 – 100 (відмінно)	5 (відмінно)	Зараховано
B	85 – 89 (дуже добре)	4 (добре)	
C	75 – 84 (добре)		
D	70 – 74 (задовільно)	3 (задовільно)	
E	60 – 69 (достатньо)		
FX	35 – 59 (незадовільно – з можливістю повторного складання)	2 (незадовільно)	Не зараховано
F	1 – 34 (незадовільно – з обов'язковим повторним курсом)		

## 6. Основні навчальні ресурси

### Рекомендована література

#### Основна:

1. Єгоров С. Г., Червоний І. Ф. Технологічні особливості процесів виробництва кольорових металів : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2011. 292 с.
2. 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.
3. Грешта В. Л., Климов О. В., Лисиця О. В., Степанова Л. П. Кольорові метали і сплави : навч. посіб. Запоріжжя : ЗНТУ, 2015. 336 с.
4. 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.
5. Теоретичні основи процесів кольорової металургії : підручник / В. С. Ігнат'єв та ін. ; за ред. І. Ф. Червоного. Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 199 с.
6. Іващенко В. І., Іващенко О. В. Металургія рідкісних металів. Розрахунки до практичних занять і самостійної роботи за розділом «Металургія тугоплавких рідкісних металів» : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2002. 127 с.
7. Лебедев В. В. Металургія рідкісних металів : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 100 с.
8. Нестеренко Т. М., Колобов Г. О., Карпенко Г. В. Металургія рідкісних металів : метод. вказівки до лабораторних робіт. Запоріжжя : ЗДІА, 2014. 58 с.

#### Додаткова:

1. Строїтелєв І. О., Лукошніков І. Є., Червоний І. Ф. Металургія кольорових металів : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 125 с.
2. Нестеренко Т. М., Червоний І. Ф., Грицай В. П. Теоретичні основи гідрометалургійних процесів : підручник. Київ : Вища школа, 2013. 408 с.
3. Нестеренко Т. М., Скачков В. О., Воденнікова О. С. Теорія і технологія порошкової металургії : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2016. 192 с.
4. Колобов Г. А., Червоний І. Ф. Теоретичні основи рафінування кольорових металів : підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2011. 130 с.
5. Горбатенко В. П. Кольорові метали та сплави : підручник. Донецьк : ДВНЗ «ДонНТУ», 2012. 300 с.
6. Єгоров С. Г., Червоний І. Ф., Воляр Р. М. Конструкції агрегатів кольорової металургії : підручник. Запоріжжя : ЗДІА, 2012. 230 с.
7. 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.



8. Нестеренко Т. М., Воденнікова О. С. Конструкції технологічних агрегатів кольорової металургії : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗДІА, 2017. 100 с.
9. Havlík Tomáš. Hydrometallurgy Principles and applications. Cambridge : Woodhead Publishing Limited, 2008. 551 p.
10. Lantelme F., Groult H. Molten Salt Chemistry. From Lab to Applications. Elsevier, 2013. 592 p.
11. **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.
12. 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.
13. **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.
14. 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.

### **Інформаційні ресурси:**

1. 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. URL: <http://www.sworldjournal.com/e-journal/j1110.pdf> (дата звернення: 26.08.2024).
2. 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. URL: <http://www.sworldjournal.com/ejournal/j13.pdf> (дата звернення: 26.08.2024).
3. 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: 26.08.2024).
4. 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/wpcontent/uploads/2021/09/tezysy-21\\_sajt.pdf](https://ziif.in.ua/wpcontent/uploads/2021/09/tezysy-21_sajt.pdf) (дата звернення: 26.08.2024).
5. Металургія рідкісних металів : підручники, монографії, наукові статті. URL: <http://www.twirpx.com> (дата звернення: 26.08.2024).
6. Металургія : журнал / Запорізький національний університет. URL: <http://metal.journalsofznu.zp.ua/index.php/journal> (дата звернення: 26.08.2024).
7. 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: 26.08.2024).
8. Metal Journal : політехн. журнал. URL: <http://www.metaljournal.com.ua/> (дата звернення: 26.08.2024).
9. Металургія рідкісних металів : наукові журнали, період. видання / Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 26.08.2024).

## **7. Регуляції і політики курсу**

### **Відвідування занять. Регуляція пропусків.**

Вивчення дисципліни передбачає обов'язкове відвідування усіх занять. Завдання мають бути виконані перед заняттями. Пропуски можливі лише з поважної причини. Здобувачі, які за



певних обставин не можуть відвідувати лабораторні заняття регулярно, мусять впродовж тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені завдання мають бути відпрацьовані на найближчій консультації впродовж тижня після пропуску. Відпрацювання занять здійснюється за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках, за допомогою виконання завдань через систему електронного навчання Moodle. Здобувачі, які станом на початок екзаменаційної сесії мають понад 70% невідпрацьованих пропущених занять, до відпрацювання не допускаються.

### **Політика академічної доброчесності**

Здобувачі і викладачі Запорізького національного університету несуть персональну відповідальність за дотримання принципів академічної доброчесності, затверджених **Кодексом академічної доброчесності ЗНУ**: <https://tinyurl.com/ya6yk4ad>.

Усі письмові роботи, що виконуються слухачами під час проходження курсу, перевіряються на наявність плагіату за допомогою спеціалізованого програмного забезпечення. Відповідно до чинних правових норм, плагіатом вважатиметься: копіювання чужої наукової роботи чи декількох робіт та оприлюднення результату під своїм іменем; створення суміші власного та запозиченого тексту без належного цитування джерел; рерайт (перифразування чужої праці без згадування оригінального автора). Будь-яка ідея, думка чи речення, ілюстрація чи фото, яке ви запозичуєте, має супроводжуватися посиланням на першоджерело. Виконавці індивідуальних дослідницьких завдань обов'язково додають до текстів своїх робіт власноруч підписану Декларацію академічної доброчесності (див. посилання : <https://tinyurl.com/y6wzzlu3>).

Роботи, у яких виявлено ознаки плагіату, до розгляду не приймаються і відхиляються без права перескладання. Якщо ви не впевнені, чи підпадають зроблені вами запозичення під визначення плагіату, будь ласка, проконсультуйтеся з викладачем.

Висока академічна культура та європейські стандарти якості освіти, яких дотримуються у ЗНУ, вимагають від дослідників відповідального ставлення до вибору джерел. Посилання на такі ресурси, як Wikipedia, бази даних рефератів та письмових робіт (Studopedia.org та подібні) є неприпустимим. Рекомендовані бази даних для пошуку джерел:

Електронні ресурси Національної бібліотеки ім. Вернадського: <http://www.nbuv.gov.ua>

Цифрова повнотекстова база даних англомовної наукової періодики JSTOR: <https://www.jstor.org/>

### **Використання комп'ютерів/телефонів на занятті**

Використання мобільних телефонів, планшетів та інших гаджетів під час практичних і лабораторних занять дозволяється виключно у навчальних цілях (для уточнення певних даних, перевірки правопису, отримання довідкової інформації тощо). Будь ласка, не забувайте активувати режим «без звуку» до початку заняття.

Під час виконання заходів контролю (термінологічних диктантів, контрольних робіт, екзаменів) використання гаджетів заборонено. У разі порушення цієї заборони роботу буде анульовано без права перескладання.

### **Комунікація**

Базовою платформою для комунікації викладача зі здобувачами є Moodle.

Важливі повідомлення загального характеру – зокрема, оголошення про терміни проведення контрольних робіт, коди доступу до сесій у Zoom та ін. – регулярно розміщуються викладачем на форумі курсу. Для персональних запитів використовується сервіс приватних повідомлень. У листі обов'язково вкажіть ваше прізвище та ім'я, курс та шифр академічної групи. Відповіді на запити здобувачів подаються викладачем впродовж трьох робочих днів.

Для оперативного отримання повідомлень про оцінки та нову інформацію, розміщену на сторінці курсу у Moodle, будь ласка, переконайтеся, що адреса електронної пошти, зазначена





у вашому профайлі на Moodle, є актуальною, та регулярно перевіряйте папку «Спам».

## ДОДАТКОВА ІНФОРМАЦІЯ

**ГРАФІК ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ 2024-2025 н. р.** доступний за адресою: <https://tinyurl.com/yckze4jd>.

**НАВЧАЛЬНИЙ ПРОЦЕС ТА ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЯКОСТІ ОСВІТИ.** Перевірка набутих студентами знань, навичок та вмінь (атестації, заліки, іспити та інші форми контролю) є невід'ємною складовою системи забезпечення якості освіти і проводиться відповідно до Положення про організацію та методику проведення поточного та підсумкового семестрового контролю навчання студентів ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9tve4lk>.

**ПОВТОРНЕ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІН, ВІДРАХУВАННЯ.** Наявність академічної заборгованості до 6 навчальних дисциплін (в тому числі проходження практики чи виконання курсової роботи) за результатами однієї екзаменаційної сесії є підставою для надання студенту права на повторне вивчення зазначених навчальних дисциплін. Порядок повторного вивчення визначається Положенням про порядок повторного вивчення навчальних дисциплін та повторного навчання у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9pkmmp5>. Підстави та процедури відрахування студентів, у тому числі за невиконання навчального плану, регламентуються Положенням про порядок переведення, відрахування та поновлення студентів у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ycds57la>.

**ВИРІШЕННЯ КОНФЛІКТІВ.** Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, регламентуються Положенням про порядок і процедури вирішення конфліктних ситуацій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/57wha734>. Конфліктні ситуації, що виникають у сфері стипендіального забезпечення здобувачів вищої освіти, вирішуються стипендіальними комісіями факультетів, коледжів та університету в межах їх повноважень, відповідно до: Положення про порядок призначення і виплати академічних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/yd6bq6p9>; Положення про призначення та виплату соціальних стипендій у ЗНУ: <https://tinyurl.com/y9r5dpwh>.

**ПСИХОЛОГІЧНА ДОПОМОГА.** Телефон довіри практичного психолога **Марті Ірини Вадимівни** (061) 228-15-84, (099) 253-78-73 (щоденно з 9 до 21).

**УПОВНОВАЖЕНА ОСОБА З ПИТАНЬ ЗАПОБІГАННЯ ТА ВИЯВЛЕННЯ КОРУПЦІЇ**  
Запорізького національного університету: **Банах Віктор Аркадійович**  
Електронна адреса: [v\\_banakh@znu.edu.ua](mailto:v_banakh@znu.edu.ua)  
Гаряча лінія: тел. (061) 227-12-76, факс 227-12-88

**РІВНІ МОЖЛИВОСТІ ТА ІНКЛЮЗИВНЕ ОСВІТНЄ СЕРЕДОВИЩЕ.** Центральні входи усіх навчальних корпусів ЗНУ обладнані пандусами для забезпечення доступу осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення. Допомога для здійснення входу у разі потреби надається черговими охоронцями навчальних корпусів. Якщо вам потрібна спеціалізована допомога, будь ласка, зателефонуйте (061) 228-75-11 (начальник охорони). Порядок супроводу (надання допомоги) осіб з інвалідністю та інших маломобільних груп населення у ЗНУ: <https://tinyurl.com/ydhcsagx>.



## РЕСУРСИ ДЛЯ НАВЧАННЯ

**НАУКОВА БІБЛІОТЕКА:** <http://library.znu.edu.ua>. Графік роботи абонементів:  
понеділок-п`ятниця з 08.00 до 16.00; вихідні дні: субота і неділя.

**СИСТЕМА ЕЛЕКТРОННОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАВЧАННЯ (MOODLE):**  
<https://moodle.znu.edu.ua>

Якщо забули пароль/логін, направте листа з темою «Забув пароль/логін» за адресою:  
[moodle.znu@znu.edu.ua](mailto:moodle.znu@znu.edu.ua).

У листі вкажіть: прізвище, ім'я, по-батькові українською мовою; шифр групи; електронну адресу.

Якщо ви вказували електронну адресу в профілі системи Moodle ЗНУ, то використовуйте посилання для відновлення паролю <https://moodle.znu.edu.ua/mod/page/view.php?id=133015>.

**ЦЕНТР ІНТЕНСИВНОГО ВИВЧЕННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ:** <http://sites.znu.edu.ua/child-advance/>

**ЦЕНТР НІМЕЦЬКОЇ МОВИ, ПАРТНЕР ГЕТЕ-ІНСТИТУТУ:**  
<https://www.znu.edu.ua/ukr/edu/ocznu/nim>

**ШКОЛА КОНФУЦІЯ (ВИВЧЕННЯ КИТАЙСЬКОЇ МОВИ):**  
<http://sites.znu.edu.ua/confucius>