

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ металургії
КАФЕДРА металургії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету металургії

(підпис)

« 21 » 10 2019



Металургія легких металів

(назва навчальної дисципліни)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

підготовки бакалавра

(назва освітнього ступеня)

спеціальності 136 "Металургія"

(шифр, назва спеціальності)

освітньо-професійна програма "Металургія кольорових металів"

(назва)

Укладач: Нестеренко Т.М., к.т.н., доцент, доцент кафедри металургії

(ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада)

Обговорено та ухвалено
на засіданні кафедри металургії

Протокол № 2 від "03" 09 2019 р.

Завідувач кафедри металургії

Ю.Ф. Терновий

(підпис)

(ініціали, прізвище)

Ухвалено науково-методичною радою
факультету металургії

Протокол № 1 від "04" 09 2019 р.

Голова науково-методичної ради
факультету металургії

Ю.В. Мосейко

(підпис)

(ініціали, прізвище)

2019 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрямок підготовки, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>13 «Механічна інженерія»</u> (шифр і назва)	Вибіркова ППЗВО 14	
Розділів – 2	Спеціальність <u>136 «Металургія»</u> (шифр і назва)	Цикл дисциплін професійної підготовки	
Загальна кількість годин – 120		Рік підготовки:	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних –3 самостійної роботи студента –5,57		4-й	
	Лекції		
	28 год.		
	Лабораторні		
	14 год.		
Освітньо-професійна програма <u>«Металургія кольорових металів»</u>	Самостійна робота		
	78 год.		
	Вид підсумкового контролю: залік		
	Рівень вищої освіти: бакалаврський		

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Металургія легких металів» є формування у студентів професійних знань з теоретичних основ і практичного здійснення сучасних способів отримання легких металів та їх сполук, необхідних для пошуку оптимальних технологічних схем та обладнання для отримання легких металів із різної сировини, а також оцінювати різні способи вдосконалення відповідних процесів.

Завданням дисципліни є вивчення теоретичних основ та технологічних особливостей процесів виробництва легких металів з рудної і вторинної сировини, оволодіння методиками виконання технологічних розрахунків і здійснення металургійних процесів, а також вибору оптимальних технологічних схем отримання легких металів.

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

- класифікацію, властивості та сфери застосування легких металів;
- основні види сировини для отримання легких металів;
- сучасні технологічні схеми отримання легких металів і їх сполук;
- фізико-хімічні основи і технологічні особливості основних металургійних процесів отримання легких металів сучасними способами;
- будову, принцип дії типового металургійного обладнання;
- методики проведення технологічних розрахунків металургійних

процесів отримання легких металів і їх сполук;

– заходи щодо заощадження енергії і металу, подання шкідливих дій на навколишнє середовище;

вміти:

– аналізувати останні досягнення науки і техніки, передовий світовий досвід щодо отримання легких металів та їх сполук;

– оцінювати переваги та недоліки металургійних технологій, що використовуються при отриманні легких металів;

– виконувати технологічні розрахунки процесів отримання легких металів,

– використовувати методи обчислення параметрів і показників металургійних процесів отримання легких металів;

– знаходити оптимальні режими проведення металургійних процесів отримання легких металів;

– вибрати оптимальні технологічні схеми для отримання легких металів із рудної і вторинної сировини.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

– здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

– навички здійснення безпечної діяльності, прагнення до збереження навколишнього середовища;

– здатність застосовувати системний підхід до вирішення проблем металургії;

– здатність вирішувати типові інженерні завдання відповідно до спеціалізації;

– критичне осмислення наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для професійної діяльності в сфері металургії;

– здатність застосовувати і інтегрувати знання на основі розуміння інших інженерних спеціальностей;

– здатність застосовувати наукові і інженерні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення типових та комплексних завдань металургії за спеціалізацією, у тому числі в умовах невизначеності;

– усвідомлення характеристик специфічних матеріалів, обладнання, процесів та продуктів відповідної спеціалізації;

– здатність забезпечувати якість продукції;

– 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;

– здатність застосовувати кращі світові практики, стандарти діяльності у металургії за спеціалізацією.

Міждисциплінарні зв'язки. Навчальна дисципліна “Металургія легких металів” продовжує професійно спрямовану підготовку студента і ґрунтується на знаннях, отриманих при вивченні дисциплін “Теоретичні основи гідрометалургійних процесів”, “Теоретичні основи пірометалургійних процесів”, “Теоретичні основи електрометалургійних процесів”, “Металургія кольорових металів”, “Збагачення металургійної сировини”. Вона тісно пов'язана і передує вивченню дисциплін “Виробництво сплавів кольорових металів”, “Теоретичні основи рафінування кольорових металів”, “Технологія і устаткування ливарного виробництва кольорових металів” і виконанню курсового проекту з фаху.

3. Програма навчальної дисципліни

Розділ 1. Металургія первинного алюмінію

Тема 1. Класифікація та загальна характеристика легких металів і промислових способів їх виробництва

Загальні властивості легких металів. Промислові способи виробництва легких металів. Електроліз розплавлених середовищ як основний спосіб отримання легких металів. Місце термічних процесів у виробництві легких металів. Основні етапи розвитку виробництва легких металів. Роль вітчизняних вчених у розвитку металургії легких металів.

Тема 2. Руди алюмінію. Властивості глинозему та способи його виробництва. Фізико-хімічні основи лужних способів виробництва глинозему
 Геохімія і мінералогія алюмінію. Родовища алюмінієвих руд в Україні і світі. Фізико-хімічні властивості оксидів і гідроксидів алюмінію. Способи виробництва глинозему. Будова та властивості алюмінатних розчинів. Система $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$. Виробництво фторидних солей.

Тема 3. Виробництво глинозему за способом Байєра

Технологічна схема способу Байєра. Цикл Байєра в системі $\text{Na}_2\text{O}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{H}_2\text{O}$. Фізико-хімічні основи головних технологічних операцій. Конструкція і принцип дії головних металургійних апаратів. Підготовка бокситу до вилуговування. Варіанти апаратурно-технологічних схем вилуговування залежно від типу бокситу.

Тема 4. Виробництво глинозему за способом спікання

Технологічна схема виробництва глинозему за способом спікання. Фізико-хімічні основи головних технологічних операцій. Конструкція і принцип дії головних металургійних апаратів. Апаратурно-технологічні особливості процесу спікання шихт.

Тема 5. Гідрохімічні та інші комбіновані способи виробництва глинозему. Комплексна переробка алюмінієвої сировини

Комбіновані способи виробництва глинозему. Виробництво глинозему із нефелінів та алунітів. Комплексна переробка алюмінієвої сировини. Апаратурно-технологічні схеми виробництв. Собівартість глинозему, способи її зменшення.

Тема 6. Електролітична виплавка алюмінію з криоліто-глиноземних розплавів

Вибір складу електроліту. Властивості електроліту. Електродні реакції та інші фізико-хімічні явища в електролізері. Конструкції і принцип дії, обслуговування електролізерів. Переваги та недоліки електролізерів різних типів. Технологія електролітичної виплавки алюмінію. Залежність параметрів і показників електролізерів від різних чинників. Собівартість алюмінію.

Тема 7. Електролітичне рафінування алюмінію. Отримання особо чистого алюмінію

Якість алюмінію. Рафінування алюмінію хлором і переплавлянням. Електролітичне рафінування алюмінію. Теоретичні основи та технологія тришарового способу рафінування. Конструкція електролізерів. Параметри і показники електрорафінування. Способи одержання особо чистого алюмінію.

Розділ 2. Металургія лужноземельних і вторинних легких металів

Тема 8. Сировина для виробництва магнію та її підготовка

Геохімія і мінералогія магнію. Родовища магнієвих руд в Україні та світі. Природні розсоли магнієвих солів. Магнієва ропа. Технологічні схеми підготовки сировини для отримання магнію електролізом. Фізико-хімічні основи головних технологічних операцій, їх параметри і показники. Конструкції і принцип дії головних металургійних апаратів.

Тема 9. Теоретичні основи електролітичного виробництва магнію

Вибір складу електроліту. Фізико-хімічні властивості електроліту магнієвих ванн. Електродні реакції та напруга розкладання хлориду магнію. Механізми втрат магнію. Вихід магнію за струмом та за енергією. Вплив різних чинників на вихід магнію за струмом.

Тема 10. Типи магнієвих електролізерів. Технологія отримання магнію

Конструкції і принцип дії, обслуговування електролізерів. Переваги та недоліки магнієвих електролізерів різних типів. Технологія електролітичної виплавки магнію. Потокова технологія безперервного електролітичного виробництва магнію. Вдосконалення технології електролітичної виплавки магнію.

Тема 11. Рафінування магнію. Термічні способи отримання магнію

Способи рафінування магнію. Безперервне рафінування магнію флюсами, перегонкою у вакуумі. Електролітичне рафінування магнію. Силікотермічний спосіб отримання магнію. Ridgeon-процес і його розвиток, процес Magnetherm. Фізико-хімічні основи, особливості технологій, конструкції і принцип дії обладнання, параметри і показники процесів.

Тема 12. Металургія берилію та кальцію

Геохімія і мінералогія, застосування берилію та кальцію. Переробка берилієвих концентратів. Виробництво оксиду та гідроксиду берилію. Отримання берилію електролізом хлориду берилію. Отримання берилію магнієтермічним способом. Електролітичний спосіб отримання кальцію, його технологічні варіанти. Техніка безпеки в металургії берилію, кальцію.

Тема 13. Металургія вторинного магнію

Класифікація та характеристика вторинної магнієвої сировини. Технологія переробки вторинної магнієвої сировини в печах з сольовим обігрівом. Конструкція і принцип дії сольової печі. Комплексна переробка вторинної магнієвої сировини.

Тема 14. Металургія вторинного алюмінію

Технологічні схеми підготовки вторинної алюмінієвої сировини до плавлення. Теоретичні основи та варіанти технології плавлення вторинної алюмінієвої сировини. Конструкції і принцип дії печей для плавлення вторинної алюмінієвої сировини. Сучасний стан і вдосконалення рафінування алюмінієвих розплавів, отриманих із вторинної сировини.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тематичних розділів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб.роб.	сам. роб.		л	лаб.роб.	сам. роб.
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Розділ 1. Металургія первинного алюмінію								
Тема 1. Класифікація та загальна характеристика легких металів і промислових способів їх виробництва	8	2		6				
Тема 2. Руди алюмінію. Властивості глинозему та способи його виробництва. Фізико-хімічні основи лужних способів виробництва глинозему	8	2		6				
Тема 3. Виробництво глинозему за способом Байєра	9	2	2	5				
Тема 4. Виробництво глинозему за способом спікання	9	2	2	5				
Тема 5. Гідрохімічні та інші комбіновані способи виробництва глинозему. Комплексна переробка алюмінієвої сировини	8	2		6				
Тема 6. Електролітична виплавка алюмінію з кріоліто-глиноземних розплавів	9	2	2	5				
Тема 7. Електролітичне рафінування алю-	9	2	2	5				

мінію. Отримання особо чистого алюмінію								
Разом за розділом 1	60	14	8	38				
Розділ 2. Металургія лужноземельних і вторинних легких металів								
Тема 8. Сировина для виробництва магнію та її підготовка	8	2		6				
Тема 9. Теоретичні основи електролітичного виробництва магнію	9	2		7				
Тема 10. Типи магнезійних електролізерів. Технологія отримання магнію	9	2	2	5				
Тема 11. Рафінування магнію. Термічні способи отримання магнію	8	2		6				
Тема 12. Металургія берилію та кальцію	8	2		6				
Тема 13. Металургія вторинного магнію	9	2	2	5				
Тема 14. Металургія вторинного алюмінію	9	2	2	5				
Разом за розділом 2	60	14	6	40				
Усього годин	120	28	14	78				

5. Теми лекційних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Класифікація та загальна характеристика легких металів і промислових способів їх виробництва	2	
2	Руди алюмінію. Властивості глинозему та способи його виробництва. Фізико-хімічні основи лужних способів виробництва глинозему	2	
3	Виробництво глинозему за способом Байєра	2	
4	Виробництво глинозему за способом спікання	2	
5	Гідрохімічні та інші комбіновані способи виробництва глинозему. Комплексна переробка алюмінієвої сировини	2	
6	Електролітична виплавка алюмінію з кріоліто-глиноземних розплавів	2	
7	Електролітичне рафінування алюмінію. Отримання особо чистого алюмінію	2	
8	Сировина для виробництва магнію та її підготовка	2	
9	Теоретичні основи електролітичного виробництва магнію	2	
10	Типи магнезійних електролізерів. Технологія отримання магнію	2	
11	Рафінування магнію. Термічні способи отримання магнію	2	
12	Металургія берилію та кальцію	2	
13	Металургія вторинного магнію	2	
14	Металургія вторинного алюмінію	2	
Разом		28	

6. Теми лабораторних занять

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
3	Одержання глинозему з бокситів за способом Байєра.	2	
4	Одержання глинозему з бокситів за способом спікання	2	
6	Електролітична виплавка алюмінію	2	
7	Електролітичне рафінування алюмінію	2	
10	Електролітичне одержання магнію	2	
13	Визначення металургійного виходу під час плавлення вторинної сировини	2	
14	Знежирювання та сушіння алюмінієвої стружки	2	
Разом		14	

7. Самостійна робота

№ теми з/прогр.	Назва теми	Кількість годин	
		д.ф.	з.ф.
1	Основні етапи розвитку виробництва легких металів. Роль вітчизняних вчених у розвитку металургії легких металів	6	
2	Будова алюмінатних розчинів. Виробництво фторидних солей	6	
3	Підготовка бокситу до вилуговування. Варіанти апаратурно-технологічних схем вилуговування залежно від типу бокситу	5	
4	Апаратурно-технологічні особливості процесу спікання шихт	5	
5	Комплексна переробка алюмінієвої сировини. Собівартість глинозему, способи її зменшення	6	
6	Залежність параметрів і показників електролізерів від різних чинників. Обслуговування електролізерів. Собівартість алюмінію	5	
7	Рафінування алюмінію хлором і переплавленням. Якість алюмінію. Способи одержання особо чистого алюмінію	5	
8	Отримання синтетичного карналіту. Хлорування оксиду магнію	6	
9	Фізико-хімічні властивості електроліту магнієвих ванн	7	
10	Потокова технологія електролітичного виробництва магнію	5	
11	Безперервне рафінування магнію флюсами, перегонкою у вакуумі. Особливості технології і обладнання процесу Magnetherm	6	
12	Отримання берилію магнієтермічним способом. Технологічні варіанти електролітичного отримання кальцію. Техніка безпеки в металургії берилію, кальцію	6	
13	Комплексна переробка вторинної магнієвої сировини	5	
14	Конструкції і принцип дії печей для плавлення вторинної алюмінієвої сировини	5	
Разом		78	

8. Види контролю і система накопичення балів

Оцінювання навчальних успіхів студентів реалізується шляхом проведення поточного та підсумкового контролю успішності. Поточний контроль здійснюється за тестовою методикою з отриманням бальних оцінок, які характеризують рівень засвоєння студентами теоретичного матеріалу, та бальною оцінкою якості виконання лабораторних робіт.

Передбачено, що за розділами 1-2 значення максимальної рейтингової оцінки складає 30 балів за кожен, розподіляються вони так:

- тестування – 10 балів;
- виконання лабораторних робіт – 20 балів.

Для остаточного закріплення теоретичного та практичного матеріалу студент повинен пройти тестування, що включає питання за кожною темою курсу. Тестування за матеріалом розділу 1 відбувається письмово, за матеріалом розділу 2 – проходження тесту у системі електронного забезпечення навчання ЗНУ Moodle або письмово. Тестування відбувається шляхом відповіді на 8 питань, серед яких 7 (нескладних питань і питання середньої складності) за кожною темою розділу, що можуть бути оцінені по 1 балу за питання, та 1 питання підвищеної складності за однією з тем розділу, що може бути оцінено 3 бали.

Під час проведення лабораторних занять студент виконує лабораторні роботи. За результатами виконання і захисту лабораторних робіт, опитування за теоретичним матеріалом курсу на лабораторних заняттях студент одержує за темами курсу 3, 4, 6, 7 максимальну бальну оцінку по 5 балів, за темами 10, 13 – по 7 балів, за темою 14 – 6 балів.

Навчальним планом підготовки з дисципліни «Металургія легких металів» передбачена така форма проведення підсумкового контролю як залік після сьомого семестру, максимальне значення якого складає 40 балів.

Залік складається з тестування та виконання у письмовій формі самостійної роботи. Тестування відбувається шляхом відповіді на 16 питань, серед яких 14 (нескладних питань і питання середньої складності) за кожною темою курсу, що можуть бути оцінені по 1 балу за питання, та 2 питання підвищеної складності, що можуть бути оцінені по 3 бали. Самостійна робота складається з письмової відповіді на теоретичне питання за темами курсу та розв'язання одного практичного завдання. Теоретичне питання і практичне завдання звіту зі самостійної роботи можуть бути оцінені максимальнo по 10 балів. За результатами виконання і захисту надрукованого звіту зі самостійної роботи під час поточної консультації студент може одержати максимальну бальну оцінку 20 балів.

Виконана самостійна робота комплексно оцінюється, враховуючи такі критерії:

- правильність одержаних відповідей;
- розкриття теоретичного аспекту завдання;
- застосування раціонального методу розв'язання задач;
- логічна єдність розв'язання;
- повнота відповіді;
- наявність висновків та ілюстративних прикладів тощо.

Результат виконання і захисту студентом практичного завдання або відповіді на теоретичне питання звіту зі самостійної роботи оцінюється окремо за такою шкалою:

- 9-10 балів: завдання або надана відповідь повністю виконані без помилок; відповідають виявленню студентом всебічного системного і

глибокого знання програмного матеріалу; засвоєнню ним навчального матеріалу з переліку рекомендованої літератури; чіткому володінню понятійним апаратом, методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою дисципліни; вмінню використовувати їх для вирішення як типових, так і нетипових практичних завдань; виявленню творчих здібностей в розумінні, викладі та використанні навчально-програмного матеріалу;

– 7-8 балів: завдання або надана відповідь повністю виконані без суттєвих помилок; відповідають виявленню знань основного програмного матеріалу; засвоєнню інформації в межах лекційного курсу; володінню необхідними методами, методиками та інструментами, передбаченими програмою; вмінню використовувати їх для вирішення типових завдань, припускаючи окремих незначних помилок;

– 5-6 балів: більше 30 % від загального обсягу завдання або наданої відповіді виконано не правильно; відповідають виявленню значних прогалин у знаннях основного програмного матеріалу; не досить упевненому володінню окремими поняттями, методиками та інструментами, про що свідчать принципові помилки під час їх використання.

Сумарний рейтинговий бал за період вивчення дисципліни «Металургія легких металів» у сьомому семестрі складає 100 балів. Розподіл балів за темами надано в таблиці 1.

Таблиця 1 – Система накопичення балів за дисципліною

Вид контролю	Номер розділу	Номер теми курсу	Кількість балів		
			лабораторні роботи	тестування	разом
Поточний	Розділ 1	1		1	1
		2		1	1
		3	5	1	6
		4	5	1	6
		5		1	1
		6	5	1	6
		7	5	1	6
		1-7		3	3
	Розділ 2	8		1	1
		9		1	1
		10	7	1	8
		11		1	1
		12		1	1
		13	7	1	8
		14	6	1	7
	8-14		3	3	
Підсумковий (залік)	Самостійна робота				20
	Тестування				20
Сума					100

Шкала оцінювання: 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)		

9. Рекомендована література

Основна:

1. Нестеренко Т. М. Металургія легких металів : конспект лекцій. Запоріжжя : ЗДІА, 2006. 60 с.
2. Нестеренко Т. М. Металургія легких металів : метод. вказівки до лабораторних занять по розділу “Металургія первинних легких металів”. Запоріжжя : ЗДІА, 2006. 60 с.
3. Нестеренко Т. М. Металургія легких металів : метод. вказівки до практичних занять. Запоріжжя : ЗДІА, 2005. 48 с.
4. 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.
5. Нестеренко Т. М. Металургія легких металів : метод. вказівки до виконання курсової роботи. Запоріжжя : ЗДІА, 2004. 48 с.
6. Нестеренко Т. Н., Грицай В. П. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине “Металлургия вторичных легких металлов”. Запорожье : ЗГИА, 1995. 54 с.
7. Беляев А. И. Металлургия легких металлов : учебник. Москва : Металлургия, 1970. 368 с.
8. Ветюков М. М., Цыплаков А. М., Школьников С. Н. Электрометаллургия алюминия и магния : учебник. Москва : Металлургия, 1987. 320 с.
9. Металлургия алюминия : учеб. пособие / Борисоглебский Ю.В. и др. Новосибирск : Наука, 1999. 438 с. URL: <http://ebooks.znu.edu.ua/files/Bibliobooks/Inshi12/0009536.djvu> (дата звернення: 26.08.2019).
10. 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.

Додаткова:

1. Уткин Н. И. Производство цветных металлов : учебник. Москва : Интермет Инжиниринг, 2000. 442 с.
2. Галевский Г. В., Кулагин Н. М., Минцис М. Я. Металлургия вторичного алюминия : учебник. Новосибирск: Наука, 1998. 289 с.
3. Троицкий И. А., Железнов В. А. Металлургия алюминия : учеб. пособие. 2-е изд., перераб. и доп. Москва : Металлургия, 1984. 400 с.
4. Эйдензон М.А. Металлургия магния и других легких металлов : учеб. пособие. Москва : Металлургия, 1974. 200 с.
5. Нестеренко Т. М., Червоний І. Ф., Грицай В. П. Теоретичні основи гідрометалургійних процесів : підручник. Київ : Вища школа, 2013. 408 с.
6. Иванов А. И., Насекан Ю. П., Иванова Л. И. Технология производства глинозема : монография. Запорожье : ЗГИА, 2005. 262 с.
7. Шаповалов В. О., Шейко І. В., Ремізов Г. О. Плазмові процеси та устаткування в металургії : підручник / В. О. Шаповалов та ін. ; за ред. акад. Б. Є. Патона. Київ : Хімджест, 2012. 384 с.
8. Лебедев О. А. Производство магния электролизом : учебник. Москва : Металлургия, 1988. 285 с.
9. Колобов Г. О. Первинна переробка відходів легких кольорових металів (алюмінію, магнію, титану) : навч. посіб. Київ : НМК ВО, 1992. 95 с.
10. 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.
11. Насекан Ю. П. Виробництво глинозему : навч. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2008. 188 с.
12. Насекан Ю. П., Лукошніков І. Є., Очинський В. М. Металургія легких металів. Розділ “Виробництво глинозему” : метод. вказівки до самостійної роботи та тестування. Запоріжжя : ЗДІА, 2015. 122 с.

Інформаційні ресурси:

1. Москвитин В. И., Николаев И. В., Фомин Б. А. Металлургия легких металлов : учебник. Москва : Интермет Инжиниринг, 2005. 416 с. URL: <http://www.twirpx.com/file/65688/> (дата звернення: 26.08.2019).
2. Стефанюк С. Л. Металлургия магния и других легких металлов : учебник. Москва : Металлургия, 1985. 200 с. URL: https://www.studmed.ru/stefanyuk-sl-metallurgiya-magniya-i-drugih-legkih-metallov_1f1de664d11.html (дата звернення: 26.08.2019).
3. Металургія легких металів : підручники, монографії, наукові статті. URL: <http://www.twirpx.com> (дата звернення: 26.08.2019).
4. Теорія та практика металургії : загально-держ. наук.-техн. журнал / Національна металургійна академія України. URL: <http://www.nmetau.edu.ua/ua/mdiv/i2004/p1504> (дата звернення: 26.08.2019).
5. Metal Journal : політехн. журнал. URL: <http://www.metaljournal.com.ua/> (дата звернення: 26.08.2019).

7. Кольорова металургія : статті, каталоги. URL: <http://www.metallurgy.zp.ua/category/cvm/> (дата звернення: 26.08.2019).
8. Металургія легких металів : наукові журнали, період. видання / Національна бібліотека України імені В. І. Вернадського. URL: Режим доступу: <http://www.nbuv.gov.ua/> (дата звернення: 26.08.2019).

Погоджено

з навчальним відділом

Лілія Митинська С. В.

« 21 » жовтня 2019 р.

Додаток

(роздруковується у разі внесення змін !!!
із новою програмою роздруковувати не слід)

Доповнення та зміни до робочої програми навчальної дисципліни

« _____ »
(назва)

Протокол засідання кафедри (дата та номер)	Внесені зміни	Підпис завідувача кафедри, дата