

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Кафедра Фізичне матеріалознавство
(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан ІФФ Олександр КЛИМОВ

af 2024 року

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК 26 НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

(шифр за відповідною освітньою програмою та назва навчальної дисципліни)

освітня програма (спеціалізація) Прикладне матеріалознавство
(назва освітньої програми (спеціалізації))

спеціальність 132 Матеріалознавство

(код і найменування спеціальності)

галузь знань 13 Механічна інженерія

(код і найменування галузі)

ступінь вищої освіти Бакалавр

(назва ступеня вищої освіти)

2024_ рік

програма з дисципліни Неметалеві матеріали
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 132 Матеріалознавство
(код і найменування спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Прикладне матеріалознавство
(назва освітньої програми (спеціалізації))

Розробник (и): Глотка Олександр Анатолійович к.т.н., доцент, Вініченко Валерій Степанович к.т.н., доцент

(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Програма погоджена:

Завідувач кафедри
фізичного матеріалознавства

Вадим ОЛЬШАНЕЦЬКИЙ
22 08 2024

Гарант освітньої програми

Валерій ВІНІЧЕНКО
(ім'я прізвище)
22 08 2024

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-фізичного факультету
(найменування факультету)

Протокол від «22» серпня 2024 року № 1

Голова науково-методичної комісії
(ім'я прізвище)

Олександр КЛИМОВ
22 08 2024

1. Опис навчальної дисципліни

Загальна характеристика

Обов'язковий освітній компонент	
Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський) рівень
Ступінь вищої освіти	Бакалавр
Галузь знань	13 Механічна інженерія
Спеціальність	131 Прикладна механіка
Обмеження щодо форм навчання	Без обмежень

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни	
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів	4	
Модулів	2	-
Змістових модулів	2	-
Семестр	4	4
Загальна кількість годин	120	
з них аудиторних:	44	12
лекції	30	4
практичні	-	-
лабораторні	14	2
семінарські	-	-
з них самостійної роботи:	76	108
Занять на тиждень на тиждень	2	6
Індивідуальні завдання		
Форма контролю	залік	
Курсова робота (проект) (загальний обсяг)	-	

2. Мета навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Неметалеві матеріали» є набуття навичок майбутніх фахівців знань основних експлуатаційних та фізико-механічних властивостей пластмас, композиційних матеріалів з полімерними матрицями, вуглеграфітових матеріалів, кераміки, скла та матеріалів на основі каучуків.

3. Завдання вивчення дисципліни

Завдання: розвинення знань та навичок студентів щодо фізичної сутності явищ та закономірності змін структури та властивостей, які відбуваються в неметалевих матеріалах при їх виробництві і експлуатації; вивчення основних груп неметалевих матеріалів та областей їх використання.

4. Пререквізити і постреквізити навчальної дисципліни

Для освоєння дисципліни "Неметалеві матеріали" студент повинен мати базові знання з фізики, органічної та неорганічної хімії, матеріалознавства, інженерної графіки та математики.

Знання з дисципліни "Неметалеві матеріали" будуть використані при вивченні технології машинобудування, конструювання машин та механізмів, експлуатації обладнання, методів контролю якості продукції та матеріалів, проектування деталей та механізмів.

5. Характеристика навчальної дисципліни

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

загальні компетентності:

КЗ.07. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

КС.01. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань.

КС.02. Здатність продемонструвати розуміння проблем якості матеріалів та виробів

КС.05. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення інженерних матеріалознавчих проблем

КС.07. Здатність продемонструвати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів, необхідних для підтримки діяльності в сфері матеріалознавства

КС.08. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння міждисциплінарного інженерного контексту і його основних принципів

КС.09. Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем

КС.10.Здатність застосовувати навички роботи із випробувальним устаткуванням для вирішення матеріалознавчих завдань

КС 15 Здатність застосовувати знання технічних характеристик, умов роботи, для вибору контрольно-вимірювальних приладів;

КС16. Здатність обґрунтовано здійснювати вибір матеріалів для конкретних умов експлуатації

КС17. Здатність обирати методики покращення комплексу технологічних і службових властивостей

КС18. Здатність застосовувати та демонструвати базові знання з фундаментальних розділів фізики твердого тіла, фазових рівноваг для розуміння процесів формування структури і властивостей матеріалів, прогнозування їх експлуатаційних характеристик та розробки новітніх технологій виробництва перспективних матеріалів;

Очікувані програмні результати навчання:

РН13 Розуміти будову неметалевих та функціональних матеріалів та обирати оптимальні методи модифікації їх властивостей. Кваліфіковано вибирати матеріали для виробів різного призначення.

РН17 Здійснювати технологічне забезпечення виготовлення матеріалів та виробів з них

РН25 Знання основних груп матеріалів та здатність обґрунтовано здійснювати їх вибір для конкретного використання

РН28 Здатність аналізувати та контролювати фізико-хімічні процеси у матеріалах, прогнозувати їх поведінку при міжфазній взаємодії та використовувати ці знання для оптимізації технологічних параметрів виробництва.

1. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Тема 1. Поняття про неметалеві матеріали. Класифікація неметалевих матеріалів.

Поняття про неметалеві матеріали. Класифікація неметалевих матеріалів. Їх переваги та недоліки порівняно з традиційними матеріалами. Сучасні тенденції розвитку конструкційних неметалевих матеріалів

Тема 2. Класифікація високомолекулярних сполук.

Класифікація високомолекулярних з'єднань. Класифікація високомолекулярних сполук за складом основного ланцюга макромолекул, за структурою макромолекул, за поведінкою при нагріванні. Реакції полімеризації, поліконденсації. Ступінь полімеризації. Сополімеризація.

Тема 3. Будова і механічні властивості полімерів.

Вплив молекулярної і надмолекулярної структур на міцність полімерів. Вплив ступеня полімеризації і орієнтації на міцність полімерів. Вплив міжмолекулярної взаємодії на міцність полімерів. Вплив параметрів регулярності структури та полярності макромолекул на міцність полімерів.

Тема 4. Особливості властивостей полімерних матеріалів та пластмас.

Вплив фізичних станів на властивості полімерів. Вплив зовнішніх факторів на процес руйнування полімерів. Релаксаційні властивості полімерів. Старіння полімерів. Адгезійні властивості полімерів. Технології виготовлення виробів з полімерів. Вплив на властивості пластмас пластифікаторів та наповнювачів (порошкових, волокнистих, шаруватих). Шляхи підвищення міцності пластмас. Економічна ефективність застосування пластмас.

Тема 5. Гумові матеріали (еластоміри).

Причини високої еластичності гум. Склад і класифікація гум. Гуми загального призначення. Гуми спеціального призначення. Експлуатаційні та механічні властивості гумотехнічних виробів. Способи виготовлення гумотехнічних виробів. Вплив факторів експлуатації на властивості гум.

Змістовий модуль 2.

Тема 6. Клеї та герметики.

Склад і класифікація клеїв. Властивості конструкційних смоляних та гумових клеїв. Неорганічні клеї. Властивості клеєвих з'єднань. Склад, властивості та призначення герметиків.

Тема 7. Керамічні матеріали.

Компоненти та фази технічної кераміки. Структура та властивості неметалевих важко плавких сполук і методи їх синтезу. Причини крихкості кераміки та способи її зниження. Особливості технології виготовлення керамічних виробів. Властивості кераміки на основі чистих оксидів і безкисневої кераміки. Вогнетривка, інструментальна та конструкційна кераміка. Керамічні композиційні матеріали. Склад, структура, властивості та застосування композиційних матеріалів з керамічною матрицею.

Тема 8. Неорганічне скло та склокристалічні матеріали (ситали).

Неорганічне скло та склокристалічні матеріали (ситали). Склад, будова та властивості скла. Застосування технічного та спеціального скла. Складні волокна. Теплозвукоізоляційні скловолкнисті матеріали. Склад будова, властивості та методи отримання ситалів і їх застосування.

Тема 9. Вуглеграфітові матеріали.

Склад, структура та властивості природного і штучного графіту. Характеристика механічних та службових властивостей матеріалів на основі графіту. Структура, властивості та застосування пористого вуглецевого матеріалу.

Тема 10. Вуглець-вуглецеві композиційні матеріали.

Склад, структура, властивості і технологія виготовлення вуглецевих волокон та матриць. Вуглець – вуглецеві композиційні матеріали, їх властивості та застосування.

2. Орієнтовний розподіл навчального часу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лк	пр	лаб	інд	с.р.		лк	пр	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
МОДУЛЬ 1												
Змістовий модуль 1.1												
Тема 1. Поняття про неметалеві матеріали. Класифікація неметалевих матеріалів	12	4		2		6	12	2				10
Тема 2. Класифікація високомолекулярних сполук	12	4				8	12					12
Тема 3. Будова і механічні властивості полімерів	12	4		4		4	12					12
Тема 4. Особливості властивостей полімерних матеріалів та пластмас	12	2				10	12	2		2		8
Тема 5. Гумові матеріали (еластоміри).	12	2		2		8	12					12
Разом за змістовим модулем 2	60	16		8		36	60	4		2		54
МОДУЛЬ 2												
Тема 6. Клеї та герметики	12	4		2		6	12					12
Тема 7. Керамічні матеріали	12	4		2		6	12	2		2		8
Тема 8. Неорганічне скло та склокристалічні матеріали (ситали).	12	2				10	12					12
Тема 9. Вуглеграфітові матеріали.	12	2		2		8	12	2				10
Тема 10. Вуглець-вуглецеві композиційні матеріали	12	2				10	12					12
Разом за змістовим модулем 2	60	14		6		40	60	4		2		54
Усього годин	120	30		14		76	120	8		4		108

3. Види навчальних занять та їх орієнтовний зміст

№ з/п	Тема	Вид занять	Орієнтовний зміст
1	Термопластичні та термореактивні матеріали	<i>лабораторні</i>	Тема охоплює вивчення двох основних класів полімерів - термопластів (здатних багаторазово розм'якшуватися при нагріванні) та реактопластів (які утворюють необоротну просторову структуру), їх будову, властивості та методи переробки.
2	Композиційні матеріали з неметалевою матрицею	<i>лабораторні</i>	Тема охоплює вивчення композиційних матеріалів на основі полімерних, керамічних та вуглецевих матриць, їх структуру, методи отримання, властивості (міцність, жорсткість, термостійкість) та області застосування.
3	Виробництво гумотехнічних виробів	<i>лабораторні</i>	Тема охоплює технологію виготовлення гумових виробів: приготування сумішей, методи формування, вулканізацію та контроль якості готової продукції.
4	Властивості керамічних матеріалів	<i>лабораторні</i>	Тема охоплює вивчення основних фізико-механічних, теплових та електричних властивостей керамічних матеріалів: міцність, твердість, пористість, термостійкість, теплопровідність, електроізоляційні характеристики.
5	Технологія та властивості керамічних матеріалів	<i>лабораторні</i>	Тема охоплює вивчення технологічних процесів виготовлення кераміки (підготовка сировини, формування, сушіння, випал) та основних властивостей керамічних матеріалів (міцність, твердість, пористість, термостійкість, теплопровідність).
6	Вуглець-вуглецеві матеріали	<i>лабораторні</i>	Тема охоплює вивчення композиційних матеріалів з вуглецевою матрицею та вуглецевими наповнювачами, методи їх отримання, структуру, фізико-механічні властивості та застосування в високотемпературній техніці та авіакосмічній галузі.
7	Класифікація та структура полімерних матеріалів. Термопласти та реактопласти. Методи визначення молекулярної маси полімерів.	<i>індивідуальні</i>	Тема включає вивчення основних типів полімерів за їх походженням, методами отримання, структурою та фізичним станом. Розглядається будова полімерів, включаючи типи хімічних зв'язків, види макромолекул та надмолекулярні структури.

8	Методи переробки полімерів у вироби. Екструзія, лиття під тиском, пресування. Технологічні параметри процесів.	<i>індивідуальні</i>	Тема включає вивчення головних методів переробки полімерів: екструзії (безперервне формування через головку), лиття під тиском (впорскування в охолоджувану форму) та пресування. Розглядаються основні технологічні параметри цих процесів: температурні режими, тиск формування, час циклу, а також обладнання та умови отримання якісних виробів.
9	Технічна кераміка: оксидна та безоксидна. Методи формування керамічних виробів. Спінання кераміки.	<i>індивідуальні</i>	Тема включає вивчення технічної кераміки двох типів: оксидної (на основі оксидів металів) та безоксидної (карбіди, нітриди, борида). Розглядаються методи формування виробів (пресування, шлікерне лиття, пластичне та стрічкове формування), а також процес спінання кераміки з його механізмами, режимами та параметрами контролю якості.
10	Скло та склокристалічні матеріали. Структура скла. Технологія виробництва. Термічна обробка скла.	<i>індивідуальні</i>	Тема охоплює вивчення видів скла та склокристалічних матеріалів, їх структурну будову та властивості. Розглядається технологічний процес виробництва (підготовка сировини, варіння, формування) та методи термічної обробки скла (відпал, загартування, ситалізація).
11	Каучуки та гуми. Інгредієнти гумових сумішей. Вулканізація. Фізико-механічні властивості гум.	<i>індивідуальні</i>	Тема охоплює вивчення каучуків та гум, складу гумових сумішей (вулканізатори, наповнювачі, пластифікатори, стабілізатори). Розглядається процес вулканізації та основні фізико-механічні властивості готових гум (міцність, еластичність, твердість, зносостійкість).
12	Захисні покриття. Лакофарбові матеріали. Методи нанесення покриттів. Оцінка якості покриттів.	<i>індивідуальні</i>	Тема охоплює вивчення захисних покриттів, види та склад лакофарбових матеріалів, технологію їх нанесення різними методами (розпилення, занурення, електроосадження). Розглядаються методи контролю та оцінки якості отриманих покриттів (адгезія, твердість, стійкість).
13	Електротехнічні полімерні матеріали. Діелектричні властивості. Електропровідні полімери.	<i>індивідуальні</i>	Тема охоплює вивчення полімерних матеріалів для електротехніки, їх діелектричні характеристики (електрична міцність, діелектрична проникність, тангенс кута діелектричних втрат) та електропровідні полімери, їх структуру та галузі застосування.

4. Форми та методи контролю

Методами контролю є: усний контроль (усне опитування), письмовий, тестовий, графічний, програмований контроль, практична перевірка, а також методи самоконтролю і самооцінки.

Контроль успішності здобувачів, як сукупність усвідомлених дій, спрямованих на отримання відомостей про рівень опанування ним програмного матеріалу, оволодіння теоретичними знаннями та практичними навичками і вміннями, що необхідні для виконання завдань професійної діяльності, є важливою ланкою навчального процесу. Формами контролю, що використовується при перевірці (виявлені знань, умінь та навичок), оцінюванні (вимірюванні знань, умінь, навичок) та обліку (фіксування) отриманих результатів є поточний, рубіжний (модульний) та підсумковий контроль. Поточний контроль знань, умінь та навичок пов'язаний з усіма видами навчальної роботи і спонукає здобувачів готуватись до занять систематично і планомірно, накопичуючи тим самим максимально можливу суму балів за встановлений період навчання (модуль, семестр тощо). Рубіжний (модульний) контроль знань, умінь та навичок є показником якості вивчення окремих розділів, тем і пов'язаних з цим пізнавальних, методичних, психологічних і організаційних якостей здобувачів. Підсумковий контроль є формою перевірки здобувачів щодо оцінки набутих ними тих компетентностей, що передбачені освітньою програмою. З основних форм організації перевірки знань, навичок і умінь (індивідуальна, фронтальна і групова) використовуються індивідуальна та групова. Для реалізації цих форм перевірки, залежно від форми контролю, використовують такі методи, як усне опитування (виконання завдань для виступу на семінарському занятті), письмовий контроль (перевірка виконаних групою модульних контрольних робіт), презентаційний контроль (перевірка підготовлених презентаційних та відеоматеріалів), тестовий контроль (перевірка тестів) письмово або ж за допомогою комп'ютерних технологій.

Поточний контроль: – Виконання та захист звітів з лабораторних робіт всього максимально 50 балів. Оцінюється самостійність виконання роботи, грамотність в оформленні та правильність виконання. Критерії оцінювання та кількість балів за лабораторні роботи:

- робота виконана правильно і самостійно та звіт зданий з першого разу (відмінно) – 10-9 балів;
- робота виконана самостійно, але є неточності у розрахунках та оформленні (добре) – 8-7 балів;
- робота виконана самостійно, але є помилки у розрахунках та оформленні, неповні відповіді на запитання (задовільно) – 5-6 балів;
- робота виконана несамотійно, є помилки у розрахунках та оформленні, незадовільні відповіді на запитання – 4 бали і менше.

До кожної лабораторної роботи студент повинен підготувати звіт, який складається із: номера; назви; мети; теоретичних відомостей, до яких включають основні визначання та умовні позначення; порядок виконання. На занятті студенти після опитування допускаються до виконання лабораторної роботи. Після чого викладач проводить

ознайомлення студентів із обладнанням і алгоритмом проведення лабораторної роботи. В кінці лабораторної роботи студенти отримують результати дослідів. У продовж тижня студенти дооформляють звіт лабораторної роботи відповідно до вимог завдання і на наступному занятті її захищають

Рубіжний (модульний) контроль проводять двічі на семестр. Максимальна оцінка 50 балів за тест. Мінімальна позитивна оцінка за тест 12 балів. Бали знижуються за неточності, помилки та неправильні відповіді.

Критерії оцінювання та кількість балів:

- повна відповідь – 50-45 балів;
- неповна відповідь – 44-36 балів;
- неповна відповідь з неточностями – 35-12 балів;
- незадовільна відповідь – 11 балів і менше.

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий позитивний рейтинг не менше 60 балів за умови виконання усіх лабораторних робіт.

Для підвищення рейтингової оцінки студент може написати залікову контрольну роботу, але у цьому випадку попередній рейтинг студента скасовується і він отримує оцінку з урахуванням результатів залікової контрольної роботи, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою. Залікова контрольна робота складається з чотирьох питань. Проводиться письмово, на написання відводиться 2 академічні години часу. Сумарна максимальна оцінка складає 100 балів, яка складається з балів, які студент отримує за відповіді на питання, максимально 25 балів за кожне питання, тобто, $25 \text{ балів} \times 4 = 100 \text{ балів}$.

5. Критерії оцінювання результатів навчання

Критерії оцінювання відповідей на питання та кількість балів за залікову контрольну роботу: – «відмінно» (25-24 бали), повна відповідь (не менше 95 % потрібної інформації), студент демонструє повні і глибокі знання навчального матеріалу; – «дуже добре» (23-22 бали), достатньо повна відповідь (не менше 85 % потрібної інформації), студент демонструє хороші знання навчального матеріалу; – «добре» (21-19 балів), достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), студент демонструє хороші знання навчального матеріалу, але допускає деякі неточності; – «задовільно» (18-17 балів), неповна відповідь (але не менше 65 % потрібної інформації), студент задовільно засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві неточності, щодо використання отриманих знань; – «достатньо» (16-15 балів), неповна відповідь (але не менше 60 % потрібної інформації), студент задовільно засвоїв теоретичний матеріал, але допускає суттєві помилки, щодо використання отриманих знань; – «незадовільно» (14 балів і менше), незадовільне знання теорії (менше 60 % потрібної інформації) та відсутність вміння та навичок у вирішенні поставлених завдань, відповідь не відповідає умовам до «задовільно». Оцінка за відповідь знижується – за принципові помилки у відповіді, за неповну відповідь, неточності, за неправильне використання термінів.

Поточне тестування та самостійна робота					Підсумковий тест (залік)	Підсумкова середньозважена оцінка
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2		100	100
T1	T2	T3	T4	T5		
20	20	10	25	25		

6. Політика курсу

Політика щодо дедлайнів та перескладання:

- усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін;
- самостійна робота включає в себе самостійне опрацювання питань, що стосуються тем лекційних занять, які не викладені під час занять або ж були розглянуті коротко, їх поглиблене опрацювання за рекомендованою літературою, а також виконання практичних завдань з метою закріплення теоретичного матеріалу;
- індивідуальну роботу студент виконує самостійно, відповідно до методичних вказівок та визначених викладачем завдань і термінів;
- ліквідація заборгованості відбувається під час проведення консультацій з дисципліни за графіком визначеним викладачем;
- здобувачі вищої освіти мають право отримати оцінку за залік автоматично – у випадку, якщо впродовж семестру набрали від 60-100 балів;
- здобувачі вищої освіти, після завершення аудиторних занять, мають право підвищити свою оцінку лише під час складання заліку (підсумкового оцінювання) за графіком екзаменаційної сесії.

Політика щодо відвідування:

- відвідування занять (лекцій, практичних занять) є обов'язковим компонентом навчання;
- з об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування, індивідуальний графік, карантин) навчання може відбуватись у дистанційному режимі. За погодженням із керівником курсу студент може презентувати виконані завдання під час консультацій;
- здобувач зобов'язаний дотримуватися термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Політика щодо проведення аудиторних занять. Під час проведення аудиторних занять слід дотримуватися встановленого порядку, брати активну участь в обговоренні запропонованих питань, висловлюючи та відстоюючи власну думку, виказуючи повагу та толерантність до чужої думки. Мобільні пристрої можна використовувати під час проведення аудиторних занять лише з дозволу викладача. За «гострої» потреби дозволяється залишати аудиторію на короткий час.

Політика щодо академічної доброчесності спрямована на самостійне виконання навчальних завдань, завдань поточного та підсумкового контролю результатів навчання (для осіб з особливим освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, тверджень, відомостей; дотримання норм законодавства про авторське право; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності визначених Кодексом академічної доброчесності Національного університету «Запорізької політехніки» від 29.06.2021 р. (Див. URL: https://zp.edu.ua/uploads/dept_nm/Nakaz_N253_vid_29.06.21.pdf).

Політика щодо конфіденційності та захисту персональних даних. Обмін персональними даними між викладачем і здобувачем вищої освіти в межах вивчення

дисципліни, їх використання відбувається на основі закону України «Про захист персональних даних» (Див. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/2297-17#Text>).

7. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з дисципліни «Неметалеві матеріали» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання / Укл., О.А. Глотка, В.С. Вініченко, В.А. Шаломеев - Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2023. – 90 с.

2. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Неметалеві матеріали» для студентів спеціальності 132 «Матеріалознавство» усіх форм навчання / Укл.: В.С. Вініченко, О.А. Глотка, Д.В. Ткач – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2024. – 78 с.

8. Перелік навчальної, наукової та довідкової літератури

1 Черниш І.Г. Неметалеві матеріали [Текст]: навчальний посібник. / І.Г. Черниш, П.І. Лобода, С.І. Черниш. За ред. І. Г. Черниша. – Київ.: Кондор, 2008. – 406 с

2 Матеріалознавство: підручник [для вищих навч. закл.] / Є.Г.. Афтандіянц, О.В. Зазимко, К.Г. Лопатько. – К.: Ліра-К, Олди-плюс, 2013. – 612 с.

3 Матеріалознавство і технологія матеріалів : підручник: [для вищих навч. закл.] / Н.В. Мережко, Н.К. Зіміна, С.О. Сіренко, О.І. Сім'ячко. - К. : Київ. нац. торг.-екон. ун-т, 2010.-352 с.

4 Сучасне матеріалознавство ХХІ сторіччя [Текст] / НАН України. Відділення фізико-технічних проблем матеріалознавства ; відп.ред. І. К. Походня [та ін.]. - К. : Наукова думка, 1998. - 658 с.

5 Матеріалознавство : навч. посіб. / В.І. Бузило, В.П. Сердюк, А.В. Яворський, О.А. Гайдай / М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка» – Дніпро : НТУ «ДП», 2021. – 243 с.

6 Пилиповский, Ю.Л. Композиционные материалы в машиностроении [Текст] / Ю.Л. Пилиповский, Т.В. Грудина, А.Б. Сапожникова – К.: Техніка, 1990.- 141 с.

9. Рекомендовані інформаційні джерела

1 Матеріалознавство і технологія конструкційних матеріалів. URL: <https://cutt.ly/08JNNyK> (дата звернення: 04.10.2023)

2 Основи матеріалознавства. Навчальний посібник. 2019 рік URL: <https://cutt.ly/N8JNoGQ> (дата звернення: 04.10.2023)