



# НЕМЕТАЛЕВІ МАТЕРІАЛИ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія<sup>1</sup></i>
Спеціальність	<i>132 Матеріалознавство</i>
Освітня програма	<i>Нанотехнології та комп'ютерний дизайн матеріалів</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>4 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити ECTS /120 годин, 28 годин лекцій, 18 годин лабораторних занять, 74 годин СРС</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>залік/ МКР</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua">http://rozklad.kpi.ua</a> (Лекція - 2 рази на тиждень, лабораторне заняття – 1 раз на тиждень)</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: доктор технічних наук, професор, Юркова Олександра Іванівна, e- mail: <a href="mailto:yurkova2403@gmail.com">yurkova2403@gmail.com</a> Лабораторні заняття: б/с, б/звання, Руденький Сергій Олексійович, контактні дані: <a href="mailto:ruserg@ukr.net">ruserg@ukr.net</a></i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=257813">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;show&amp;irid=257813</a> <a href="https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;create&amp;filter=&amp;sd=12937&amp;cm=55888">https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&amp;create&amp;filter=&amp;sd=12937&amp;cm=55888</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

*Дисципліну варто вчити для того, щоб стати конкурентоспроможним фахівцем. Під час вивчення дисципліни буде цікаво дізнатися про сучасні неметалеві матеріали, які є конкурентами традиційним, про можливості заміни металевих матеріалів перспективними матеріалами нового покоління з рівнем характеристик, що відповідають світовому, для радикального зниження матеріалоемності та енергоємності виробництва. Отриманні знання нададуть змогу обирати сучасні конкурентоспроможні матеріали для відповідних умов експлуатації та будуть необхідними і корисними для кожної людини, як під час здійснення службових обов'язків за обраної спеціальності, так й у повсякденному житті.*

<sup>1</sup> В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану. Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

*Предмет дисципліни «Неметалеві матеріали»:* вивчення фізико-хімічних основ неметалевих матеріалів, принципів їх будови, особливостей складу та структури, що визначають властивості основних класів матеріалів, а також сфер застосування, способів та технологічних варіантів отримання.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей, що підсилюють фахові компетентності спеціальності, таких як:

- здатність аналізувати та прогнозувати вплив складу, структури та технології отримання неметалевих матеріалів на їх фізико-хімічні, механічні та експлуатаційні властивості;
- здатність визначати вплив властивостей вихідних компонентів на формування властивостей неметалевих матеріалів;
- здатність аналізувати та прогнозувати фізико-хімічні, механічні властивостей та поведінку неметалевих матеріалів в умовах експлуатації;
- здатність уявляти та визначати сфери застосування, місця та тенденцій розвитку виробництва неметалевих матеріалів в сучасних умовах розвитку техніки.

**Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати знання, що поглиблюють результати навчання:**

- основних видів, класифікації, особливостей складу та будови неметалевих матеріалів;
- основних особливостей фізико-хімічних, механічних та експлуатаційних властивостей неметалевих матеріалів різного призначення;
- основні переваги та недоліки неметалевих матеріалів порівняно з традиційними металевими матеріалами;
- технологічних основ виготовлення та обробки неметалевих матеріалів різного призначення;
- аналізу та прогнозування фізико-хімічних, механічних властивостей та поведінки неметалевих матеріалів в умовах експлуатації;
- впливу технології отримання на властивості неметалевих матеріалів;
- сфер застосування, місця та тенденцій розвитку виробництва неметалевих матеріалів в сучасних умовах розвитку техніки;

**студенти повинні уміти:**

- визначати та аналізувати особливості структури та властивостей неметалевих матеріалів;
- встановлювати зв'язок структури та властивостей в неметалевих матеріалах;
- прогнозувати зміни властивостей неметалевих матеріалів в залежності від хімічного складу та структури;
- аналізувати призначення компонентів в різних неметалевих матеріалах та прогнозувати зміни основних властивостей у разі зміні хімічного складу та технології оброблення матеріалу
- обґрунтовано (з фізико-хімічної, економічної та екологічної точки зору) обирати методи та технології виготовлення неметалевих матеріалів різного призначення з заданими властивостями;
- обґрунтовано та раціонально здійснювати вибір неметалевих матеріалів для деталей різного призначення та інструментів відповідно до умов експлуатації.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Дисципліна викладається у восьмому семестрі підготовки за освітньою програмою підготовки бакалаврів з матеріалознавства.

Дисципліни, знання з яких необхідні для успішного засвоєння дисципліни «Неметалеві матеріали»: фізика; хімія; фізична хімія; кристалографія, кристалохімія та мінералогія; фізика

конденсованого стану для матеріалознавців; вступ до матеріалознавства; матеріалознавство тугоплавких матеріалів.

Знання, що студент отримає під час вивчення дисципліни «Неметалеві матеріали» необхідні при підготовці за спеціальністю «Матеріалознавство», проведення науково-дослідних робіт, виконанні атестаційної роботи та забезпечують розширення інженерного кругозору в галузі матеріалознавства.

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

#### **Розділ 1. Поняття про неметалеві матеріали**

Тема 1.1 Вступ. Предмет та завдання дисципліни «Неметалеві матеріали». Сучасні тенденції розвитку конструкційних неметалевих матеріалів.

#### **Розділ 2. Скляні матеріали: традиційні і нові**

Тема 2.1 Загальна характеристика скляних матеріалів. Неорганічне скло.

Тема 2.2. Технічне скло, скловолокнисті та склокристалічні матеріали, спінене скло.

#### **Розділ 3. Керамічні матеріали**

Тема 3.1. Кераміка як перспективний клас матеріалів зі спеціальними властивостями. Традиційна кераміка.

Тема 3.2. Сучасна технічна кераміка.

#### **Розділ 4. Синтетичні полімерні матеріали**

Тема 4.1. Загальна характеристика синтетичних полімерів. Класифікація високомолекулярних сполук. Основні властивості полімерів.

Тема 4.2. Пластмаси. Найважливіші види пластмас. Пінополімерні матеріали - пінопласти (газонаповнені пластики - поропласти).

Тема 4.3. Біополімери з відновлюваних ресурсів. Біодеградуєми пластики.

Тема 4.4. Синтетичні еластомери – гуми.

Тема 4.5. Клеї та герметики.

#### **Розділ 5 Композиційні матеріали з неметалевою матрицею**

Тема 5.1. Композиційні матеріали зі скляною, вуглецевою та керамічною армуючою фазою. Біокомпозити на основі біопластиків.

#### **Розділ 6 Вуглецеві матеріали**

Тема 6.1. Природний і штучний графіт. Конструкційні вуглецеві матеріали і вироби. Сучасні вуглецеві вироби. Новітні вуглецеві матеріали.

### **4. Навчальні матеріали та ресурси**

#### **4.1 Базова**

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. Ящишин Й.М. Технологія скла: Підруч. для студ. вищ. навч. закл.: у 3-х ч. Ч. 1. Фізика і хімія скла [Текст] / Й. М. Ящишин. – Львів: Нац. ун-т "Львів. політехніка". – 2001. – 186 с.
3. Бякова О.В. Спінені та високопористі матеріали з комірковою структурою [Текст] : Навч. посібник з грифом МОН України / О.В. Бякова, В.В. Скороход, О.І. Юркова – Київ: Гаран-Сервіс, 2011. – 320 с.
4. Гетьманчук, Ю.П. Хімія високомолекулярних сполук: підручник [Текст] / Ю.П. Гетьманчук, М.М. Братичак. – Львів: Вид-во Львівського Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 460 с. (затверджено МОН України) ISBN 978-966-553-807-3
5. Метод. вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів денної та заочної форми навчання спец. 6.090103 «Композиційні та порошкові матеріали, покриття» [Текст] / Уклад.: П.І. Лобода, І.Г. Черниш, Ю.І. Богомол, С.О. Руденький. – Київ: НТУУ «КПІ», 2008. – 52 с.

Зазначені базові навчальні матеріали є у вільному доступі у бібліотеці НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського і можуть бути використані для отримання базових знань по неметалевим матеріалам.

#### 4.2 додаткова

6. Материаловедение [Текст]: учебник. / Б. Н. Арзамасов, И. И. Сидорин, Г. Ф. Косолапов и др. / Под ред. Б.Н. Арзамасова. - 2-е изд., перераб. и доп. – Москва: Машиностроение, 1986. - 384 с.
7. Лахтин Ю.М. Материаловедение [Текст]: учебник для вузов / Ю.М. Лахтин, В.П. Леонтьева. – Москва: Материаловедение, 1990. – 528 с.
8. Неорганическое материаловедение [Текст]: энциклопед. изд: в 2-х т. / под ред. Г.Г. Гнесина, В.В. Скорохода. – Киев: Наукова думка, 2008. – 1152 с.
9. Физическое металловедение: в 3-х т., 3-е изд., перераб. и доп. [Текст]:/под. ред. Р. У. Кана, П. Хаазена. Т.3 : Физико-механические свойства металлов и сплавов / пер. с англ. О. В. Абрамов. – Москва: Металлургия, 1987. – 662 с.
10. Энциклопедия неорганических материалов [Текст] : в 2 томах Т. 1 / под ред. И.М. Федорченко. – Київ.: Высшая школа, 1977. – 840 с.
11. Энциклопедия неорганических материалов [Текст] : в 2 томах. Т. 2 / под ред. И.М. Федорченко – Київ: Высшая школа, 1977. – 814 с.
12. Сучасне матеріалознавство XXI сторіччя [Текст] / НАН України, Від-ня фіз.-техн. пробл. матеріалознавства; відп. ред. І. К. Походня [та ін.]. – Київ: Наук. думка, 1998. – 658 с.
13. Wyruch G. Handbook of material weathering. 6th Edition [Текст] / G. Wyruch. – Scarborough: ChemTec Publishing, 2018. – 982 p. eBook ISBN: 9781927885321. Hardcover ISBN: 9781927885314
14. Физическое материаловедение в СССР: История, современное состояние, перспективы развития [Текст]: редкол.: Трефилов В.И., Францевич И.Н. (ответственные редакторы) и др. – Киев: Наук. думка, 1986. – 584 с.
15. Ван Флек Л. Теоретическое и прикладное материаловедение [Текст] / Л. Ван Флек Москва: Атомиздат, 1975. – 472 с.
16. Гузман И. Я. Высокоогнеупорная пористая керамика [Текст] / И. Я. Гузман. – Москва: Металлургия, 1971. – 208 с.

Рекомендується ознайомитись зі змістом вказаних базових та додаткових джерел, більш глибоко опрацювати рекомендовані викладачем розділи, що відповідають тематиці лекцій та/чи лабораторних робіт.

### Навчальний контент

#### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

##### 5.1 Зміст лекційних занять

	Кількість год.
<b>Розділ 1. Поняття про неметалеві матеріали</b>	<b>1</b>
Тема 1.1 Вступ. Предмет та завдання дисципліни «Неметалеві матеріали». Сучасні тенденції розвитку конструкційних неметалевих матеріалів.	1
Лекція 1. Вступ. Предмет та завдання дисципліни. Неметалеві та металеві матеріали. Виникнення та роль штучних матеріалів в історії еволюції людства. Класифікація неметалевих матеріалів. Сучасні тенденції розвитку матеріалів. (презентація)	
[1] с. 9 - 14; [2] с. 38; [6] с. 338; [7] – 434-439; [8] – с. 508-512; [10]	
<b>Розділ 2. Скляні матеріали: традиційні і нові</b>	<b>6</b>
Тема 2.1 Загальна характеристика скляних матеріалів. Неорганічне скло.	2
Лекція 2. Неорганічне скло: Загальна характеристика. Склад, будова, класифікація, властивості, сфери застосування та способи одержання. (презентація)	2

Література: [1] – с. 31-76; [2] – с. 11-25; [6] – с. 392-395; [7] - 508-512;	
Тема 2.2. Технічне скло, скловолокнисті та склокристалічні матеріали, спінене скло.	4
Лекція 3. Технічне скло, основні види (електротехнічне, розчинне, загартоване, високоміцне, тугоплавке, броньове, оптичне, радіоційностійке, інші), властивості та сфери застосування. Скляні волокна та скловолокнисті матеріали: класифікація, властивості, галузі застосування.	2
Література: [1] с. 31-76; [2] с. 27-49; [6] с. 392-395; [10] с.122-123, 226-227, 233-234, 401, 423, 588, 628, 667, 762; [11] с. 122, 152, 209, 285, 350 - 351, 463 - 465, 495, 517 - 519, 558 - 560, 595..	
Лекція 4. Спінене скло: склад, структура, способи одержання властивості, та сфери застосування. Склокристалічні матеріали: ситали. Склад, структура, способи одержання, властивості та застосування (презентація)	2
Література: [1] с. 63-64; с. 122; [2] – с. 51-69; [3] с. – 256-265, [6] с. 127-140с., 395-397; [7] - с. 512-514; [8] - с. 447 - 454, 458 - 460.	
<b>Розділ 3. Керамічні матеріали</b>	<b>6</b>
Тема 3.1. Кераміка як перспективний клас матеріалів зі спеціальними властивостями. Традиційна кераміка.	2
Лекція 5. Кераміка як перспективний клас матеріалів зі спеціальними властивостями. Традиційна кераміка. Класифікація за складом (оксидна та неоксидна кераміка). Оксидна кераміка: склад, структура, властивості, застосування оксидної кераміки. (презентація)	2
Література: [1] с. 77-116 372 - 382; [6] с.379-382; [7] с. 514-520; [8] с. 571 - 578, 756, 820; [9] - с. 468.	
Тема 3.2. Сучасна технічна кераміка.	4
Лекція 6. Сучасна технічна кераміка. Класифікація технічної кераміки. Металоподібні сполуки. Склад, будова, властивості, способи отримання, призначення та сфери застосування металоподібної кераміки. (презентація)	2
Література: [1] - с. 77-116 372 - 382; [6] – с.379-382; [7] – с. 514-520; [8] - с. 571 - 578, 756, 820; [9] - с. 468.	
Лекція 7. Тугоплавкі сполуки як основа синтезу сучасної конструкційної та функціональної кераміки. Найбільш важливі тугоплавкі сполуки з точки зору властивостей та практичного застосування. Склад, кристалічна будова, властивості та застосування тугоплавких сполук. Особливості отримання керамічних матеріалів з тугоплавких сполук. Пориста кераміка. (презентація)	2
Література: [1] - с.80-97; 115-117; [3] с. 240-255; [9] - с.80 - 82, 346-348; 589 -594, 731, 756 -757, 771; [10] с. - 150 -152, 260 -262, 571, 588-589, 805 -808.	
<b>Розділ 4. Синтетичні полімерні матеріали</b>	<b>11</b>
Тема 4.1. Загальна характеристика полімерів.	2
Лекція 8. Загальна характеристика полімерів. Будова макромолекул полімерів. Класифікація високомолекулярних сполук за складом основного ланцюга макромолекул, за структурою макромолекул, за походженням, за поведінкою при нагріванні. Основні властивості полімерів. Старіння полімерів. (презентація)	2
Література: [1] - с. 207-223; [4] – с. 12-37, 45-59; [6] – с. 338-339; [7] – с. 449; 241-249.	
<b>Тематична контрольна робота 1 (перелік питань на тематичну контрольну роботу у Додатку А)</b>	
Тема 4.2. Пластмаси. Найважливіші види пластмас. Пінополімерні матеріали - пінопласти (газонаповнені пластики - поропласти).	3
Лекція 9. Пластмаси: класифікація, склад (основні складові та їх призначення), будова, основні властивості, методи одержання та сфери застосування. Пластмаси з порошковими, волокнистими та шаруватими наповнювачами. Пластмаси без наповнювача. Найважливіші види пластмас (фенопласти, амінопласти, поліетилен, поліпропілен, полістирол, фторопласти тощо). Способи переробки пластмас у	3

вироби (презентація)

Газонаповнені пластмаси – пінопласти та поропласти. Склад, будова, основні властивості, етапи формування спіненого полімерного матеріалу, технології виготовлення виробів та сфери застосування.

Література: [1] – с. 234-249; [3] – с. 286-294; [4] - с 83-118; [6] - с 338 -368; [6] - с 364 -366; [7] с. 449-470; с. 470-473.

Тема 4.3. Біополімери з відновлюваних ресурсів. Біодеградуючі пластики.

2

Лекція 10. Біополімери з відновлюваних ресурсів. Класифікація біополімерів за вихідними матеріалами та здатністю до розкладання. Найбільш важливі біополімери. Біодеградуючі пластики. Склад біодеградуючих пластмас. Властивості та застосування біодеградуючих пластмас. Заміна традиційних конструкційних матеріалів на «зелені матеріали». (презентація)

2

Література: [13] – с.325-357; с.361-387.

Тема 4.4. Синтетичні еластомери – гуми.

2

Лекція 11. Синтетичні еластомери – гуми. Каучук (природний та синтетичний). Гума, її склад, класифікація та основні фізико-механічні властивості. Основні види гумових технічних виробів. Експлуатаційні та механічні властивості гумотехнічних виробів. (презентація)

2

Література: [1] - с. 223-234; [6] - с 372 -378; [7] с. 482-494.

Тема 4.5. Клеї та герметики.

2

Лекція 12. Клеї та герметики. Загальна характеристика клеїв та герметиків, склад, класифікація, основні типи та властивості, призначення та сфери застосування. (електронна презентація)

2

Література: [1] - с. 223-234; [6] - с 405 -408; [7] с. 494-504.

**Тематична контрольна робота 2 (перелік питань на тематичні контрольні роботи у Додатку А)**

**Розділ 5 Композиційні матеріали з неметалевою матрицею**

2

Тема 5.1. Композиційні матеріали зі скляною, вуглецевою та керамічною армуючою фазою. Біокомпозити на основі біопластиків.

2

Лекція 13. Композиційні матеріали з неметалевою матрицею. Полімерні, вуглецеві та керамічні матриці. Композиційні матеріали зі скляною, вуглецевою та керамічною армуючою фазою. Склопласти, боропласти, карбопласти, органопласти (скловолокніти, бороволокніти, карбоволокніти, органоволокніти); їх склад, властивості та застосування. Біокомпозити на основі біопластиків. Властивості та застосування. (презентація)

2

Література: [1] с. 250-268; [7] с. 475-481; [10] с. 98-100, 609 - 611; [11] с. 31-36, 242 - 243, 505 - 508, 614 -617, 782. [13] с.361-387.

**Розділ 6 Вуглецеві матеріали**

Тема 6.1. Природний і штучний графіт. Конструкційні вуглецеві матеріали і вироби. Сучасні вуглецеві вироби. Новітні вуглецеві матеріали.

Лекція 13. Загальні відомості. Терміни, класифікація, властивості природного і штучного графіту. Конструкційні традиційні вуглецеві матеріали і вироби. Сучасні вуглецеві вироби (вуглеситали, скловуглець, вуглецеві волокна та тканини). Новітні вуглецеві матеріали: високопористий графіт, нанодисперсні алмази, фулерени, вуглецеві нанотрубки графанофулерени.

Література: [1]

Заняття 14 **Залік**

2

Всього: **28**

## 5.2 Перелік тем лабораторних занять

Заняття 1. Ознайомлення студентів з вимогами щодо підготовки до

годин

2

лабораторних занять, правилами оформлення протоколів та захисту лабораторних робіт.

Лабораторна робота № 1. Кількісний аналіз структури порошкових і композиційних матеріалів.

Заняття 2, 3. Лабораторна робота № 2. Одержання пористого скла. 4

Заняття 4, 5.. Лабораторна робота № 3 Вирощування монокристалів тугоплавких сполук. 4

Заняття 6. Лабораторна робота № 4 Одержання та дослідження властивостей високопористої кераміки на основі порошків оксидів. 2

Заняття 7. Лабораторна робота № 5 Вивчення властивостей полімерних матеріалів. 2

Заняття 8. Лабораторна робота № 6 Порівняння властивостей каучуку і гуми. 2

Заняття 9. Захист лабораторної роботи № 6. 2

Всього: 18

## 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів (загальна тривалість 74 години) з дисципліни полягає в

- самостійному опрацюванні літературних джерел для розширення розуміння лекційних тем (38 годин);
- підготовці до виконання лабораторних занять, аналізу одержаних результатів та формулюванні висновків – в розрахунку 1,5 години на 1 годину виконання лабораторних занять (27 годин);
- підготовка до МКР (Тематичних контрольних робіт) - (3 години)
- підготовці до підсумкової атестації – заліку (6 годин).

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентами:

- Тему пропущеного лекційного заняття студент повинен опрацювати самостійно шляхом написання конспекту.
- Завдання пропущеного лабораторного заняття студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.
- У випадку пропуску заняття, коли виконується ТКР (тематична контрольна робота, студент одержує для самостійного виконання завдання, рівноцінне пропущеному.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час лабораторних занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних ресурсів, тощо.
- Умовою допуску до лабораторних занять є наявність у студента написаного протоколу, який складається з: номерів та назви лабораторної роботи; мети лабораторної роботи; теоретичних відомостей, до яких включають основні визначення та умовні позначення; порядок виконання лабораторної роботи.
- Перевірка правильності виконання завдань проводиться викладачем безпосередньо на занятті. Студенти можуть обробляти отримані на лабораторному занятті експериментальні результати (виконувати розрахунки, аналіз одержаних результатів та формулювання висновків) самостійно вдома і надавати їх на перевірку викладачу на наступному занятті. За умови проведення лабораторних занять у дистанційному режимі оформлені протоколи лабораторних робіт із виконаними завданнями надсилаються на e-mail або в Telegram викладачу для перевірки упродовж тижня після останнього заняття за відповідною темою.

- Результати виконаних лабораторних робіт оформлюються у вигляді звітів з застосуванням текстового редактора. Звіт супроводжується формулами, таблицями, графіками, іншими ілюстраційними матеріалами які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної форми навчання перевірка правильності виконання завдання здійснюється під час заняття дистанційно із використанням Telegram чату. За дистанційної чи змішаної форми навчання звіт оформлюється засобами googledocs, після чого надається доступ для редагування для викладача або надсилається на e-mail або в Telegram викладачу для перевірки. За звичайної аудиторної форми навчання звіт виконується в будь-якому текстовому редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.
- Перескладання тематичних контрольних робіт проводиться за взаємною домовленістю викладача та студента.
- Перескладання заліку проводиться під час додаткової сесії за положенням КПІ ім. Ігоря Сікорського відповідно до графіку перескладань, оприлюдненому на сайті НН ІМЗ ім. Є.О. Патона.
- Політикою дедлайнів передбачається необхідність своєчасного виконання завдань. Звіти з лабораторних занять виконуються і подаються на перевірку не пізніше 2-х тижнів з моменту завершення. Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут» <https://kpi.ua/code>.

## **8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)**

### **Поточний контроль:**

- Виконання та захист звітів з лабораторних робіт всього максимально 80 балів (10 бал. × 8). Оцінюється самостійність виконання роботи, грамотність в оформленні та правильність виконання.

*Критерії оцінювання та кількість балів за лабораторні роботи:*

- робота виконана правильно та 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 протокол, який складається із: номера; назви; мети; теоретичних відомостей, до яких включають основні визначення 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 дослідження. У продовж тижня студенти дооформляють протокол лабораторної роботи відповідно до вимог завдання і на наступному занятті її захищають*

- МКР розбита на 2 Тематичні контрольні роботи (ТКР), які проводяться у вигляді тестів на 5-му та 8-му навчальних тижнях. Максимальна оцінка 10 балів за тест, всього 20



балів. Мінімальна позитивна оцінка за тест 12 балів, всього 24 бали. Бали знижуються за неточності, помилки та неправильні відповіді.

Критерії оцінювання та кількість балів за ТКР.

- повна відповідь –10-9 балів;
- неповна відповідь – 8-7 балів;
- неповна відповідь з неточностями – 6 балів;
- незадовільна відповідь – 5 балів і менше.

**Календарний контроль:** провадиться один раз на 5 тижні семестру навчання. як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для позитивного календарного контролю студенту необхідно отримати позитивні оцінки за захист лабораторних робіт № 1 і № 2 (мінімальна позитивна оцінка 6 балів за кожну роботу, всього 12 балів за дві роботи) та тематичну контрольну роботу № 1 (мінімальна позитивна оцінка 6 балів), і сумарна мінімальна кількість балів, що є позитивною оцінкою – 18 бали.

провадиться один раз на 5 тижні семестру навчання. як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для позитивного календарного контролю студенту необхідно отримати позитивні оцінки за захист лабораторних робіт № 1 – № 4 (мінімальна позитивна оцінка 6 балів за кожну роботу, всього 24 бали за чотири роботи) та тематичну контрольну роботу № 1 (мінімальна позитивна оцінка 6 балів), і сумарна мінімальна кількість балів, що є позитивною оцінкою – 30 балів.

**Семестровий контроль:** залік

Умови допуску до семестрового контролю: семестровий позитивний рейтинг не менше 60 балів за умови виконання усіх лабораторних робіт і тестів та кількості балів за видами, відповідно:

- Лабораторні роботи не менше 48 балів;
- Тематичні контрольні роботи не менше 12 балів (ТКР №1 – 5 балів; ТКР №2 – 6 балів).

Студенти, що набрали упродовж семестру не менше 60 балів мають можливість отримати оцінку, згідно таблиці відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою.

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 балів × 4 =100 балів.

Критерії оцінювання відповідей на питання та кількість балів за залікову контрольна 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 принципів помилки у відповіді, за неповну відповідь, неточності, за неправильне використання термінів.

Загальна кількість балів за відповіді залікової контрольної роботи визначається шляхом підсумовування балів за відповіді на чотири питання.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

### 9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- Студенти можуть отримати 10 балів за сертифікати проходження дистанційних або онлайн курсів за тематикою дисципліни.
- Перелік питань на тематичні контрольні роботи знаходиться в Додатку А
- Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль знаходиться в Додатку Б.
- Лабораторні роботи плануються з максимальним використанням обладнання лабораторій ЦККНО «Матеріалознавство тугоплавких сполук та композитів» в структурі ННІМЗ ім. Є. О. Патона, яке застосовується при одержанні та дослідженні широкого спектру порошкових, композиційних матеріалів та покриттів.

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено:**

**професором кафедри Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії, доктором технічних наук, професором, Юрковою Олександрою Іванівною**

**Ухвалено:**

**кафедрою Високотемпературних матеріалів та порошкової металургії(протокол № 17 від 26.06.2024 р.)**

**Погоджено:**

**Методичною комісією навчально-наукового Інституту матеріалознавства та зварювання імені Є.О. Патона (протокол №12/24 від 28 червня 2024 р.)**

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ,  
які виносяться на тематичні контрольні роботи**

**Тематична контрольна робота № 1:****Скляні матеріали**

1. Неорганічне скло. Визначення та загальна характеристика.
2. Класифікація скла за складом.
3. Основні складові неорганічного скла, та його властивості.
4. Механічні та термічні властивості скла.
5. Які добавки вводять до складу оксидного скла для надання високої прозорості в ультрафіолетовій області?
6. Скло з високим поглинанням рентгенівських, гама променів та теплових нейтронів.
7. Фоточутливість скляних матеріалів та її застосування.
8. Види технічного скла. Класифікація технічного скла по областях застосування.
9. Методи зміцнення скла. Чим загартоване скло відрізняється від звичайного?
10. Властивості загартованого скла. Галузі застосування загартованого скла.
11. Прозора броня, будова, властивості та її призначення.
12. Скловолокнисті матеріали. Загальна характеристика. Основні властивості скловолокнистих матеріалів.
13. Скловолокна природного походження. Склад скловолокнистих матеріалів.
14. Методи отримання скловолокнистих матеріалів.
15. Ткані і неткані скловолокнисті матеріали.
16. Особливості структури та властивостей піноскла. Особливості процесу отримання піноскла. Сировина для піноскла. Переваги піноскла. Галузі застосування піноскла.
17. Ситали, загальна характеристика та галузі застосування. Чим відрізняються ситали від звичайного скла? Склад та структура ситалів.
18. Типи ситалів. Як отримують ситали? Властивості ситалів. Що визначає властивості ситалів?

**Керамічні матеріали**

1. Які матеріали відносяться до керамічних?
2. Класифікація керамічних матеріалів за функціональними ознаками.
3. Оксидна кераміка, склад, властивості, застосування. Чому застосування оксидної кераміки як конструкційного матеріалу є обмеженим?
4. Отримання оксидної кераміки.
5. Безоксидна технічна кераміка. Склад, будова, властивості.
6. Класифікація безкисневої кераміки за складом.
7. Тип зв'язку у керамічних кристалах та притаманні властивості.
8. Які сполуки відносяться до металопоподібної кераміки?
9. Чим визначаються структура та властивості металопоподібних сполук?
10. Безоксидна кераміка, основні властивості та галузі застосування.
11. В чому полягає принципова різниця температурної залежності властивостей міцності металевих та керамічних матеріалів?
12. Методи отримання металопоподібних сполук. Сфери застосування металопоподібної кераміки.
13. Тугоплавкі сполуки для сучасної технічної кераміки.
14. Які елементи утворюють тугоплавкі сполуки? Найбільш важливі тугоплавкі сполуки з точки зору властивостей та практичного застосування.
15. Склад та будова, основні властивості тугоплавких сполук.
16. Кристалічні модифікації нітриду бора.
17. Властивості та застосування тугоплавких сполук.
18. Класифікація методів отримання керамічних порошків за хімічною реакцією.
19. Чим обумовлені технічні труднощі отримання керамічних матеріалів з тугоплавких сполук?

20. Технологічні принципи отримання керамічних матеріалів з тугоплавких сполук.
21. Які матеріали відносяться до пористої кераміки?
22. На які властивості впливає пористість?
23. Класифікація за топологією пористої структури.
24. Застосування пористої кераміки.

## Тематична контрольна робота № 2:

### Синтетичні полімерні матеріали

1. Синтетичні полімери. Структура макромолекул полімерів. Класифікація за структурним станом, по типу синтезу, за походженням, відношенням до нагріву. Властивості полімерів.
2. Як впливає форма макромолекул полімерів на їх фізико-механічні властивості?
3. Які полімери називаються термопластичними, термореактивними? Приклади.
4. В чому полягає сутність старіння полімерних матеріалів?
5. Пластмаси. Основні складові та їх призначення. Основні властивості пластмас.
6. В'яжучи синтетичні смоли. Термопластичні та термореактивні смоли. Властивості та сфери застосування.
7. Які речовини використовують в якості наповнювачів пластмас?
8. Класифікація пластмас за фізико-механічними властивостями.
9. Термопласти та реактопласти. Температурна залежність механічних властивостей.
10. Класифікація пластмас за природним походженням та формою наповнювача, за призначенням
11. Пластмаси з порошкподібним наповнювачами. Склад, властивості та призначення.
12. Пластмаси з волокнистими наповнювачами. Склад, властивості та призначення.
13. Пластмаси з шаруватими наповнювачами. Склад, властивості та призначення.
14. Пластмаси без наповнювача. Склад, властивості, призначення,
15. Які пластмаси відносяться до найважливіших? Властивості, способи виробництва галузі застосування найважливіших пластмас
16. Технологічні властивості пластмас. Класифікація способів переробки пластмас у виробі.
17. Класифікація пінопластів та поропластів за топологією коміркової (пористої) структури. На основі яких полімерів виготовляють полімерні матеріали з відкритими та замкненими комірками? Галузі застосування піно- та поропластів.
18. Які компоненти входять до складу піно- та поропластів? Які речовини використовують в якості реагентів для отримання коміркової структури піно- та поропластів?
19. Особливості процесу отримання пористих полімерів (поропластів) та пінополімерних матеріалів (пінопластів).
20. Відновлювана сировина для біополімерів. Переваги застосування біополімерів з відновлюваних ресурсів. Застосування біополімерів з відновлюваних ресурсів.
21. Загальні відомості про біодеградуєчі пластики та їх визначення. Чому біодеградуєчі пластики є перспективним матеріалом?
22. Склад біодеградуєчих пластмас. Сировина для біодеградуєчих пластмас. Властивості та застосування біодеградуєчих пластмас.
23. Переваги біодеградуєчих пластмас. Заміна традиційних конструкційних матеріалів на «зелені матеріали».
24. Гума, її класифікація та основні властивості.
25. Склад гуми, призначення окремих компонентів. Які речовини використовують в якості наповнювачів гуми?
26. Каучук натуральний та штучний. Сировина для одержання натурального каучуку. Основні типи синтетичних каучуків (за призначенням).
27. Основні складові та отримання гуми. Призначення сірки в складі гуми. В чому полягає процес вулканізації, як змінюються властивості гуми після вулканізації?
28. Основні фізико-механічні властивості гуми та її застосування.

29. Старіння гуми. Захист гуми та гумових виробів від старіння. Як змінюються експлуатаційні властивості гуми під впливом температури, радіації, вакууму, озону?
30. Гуми загального та спеціального призначення. Використання та зберігання гуми.
31. Загальна характеристика клеїв, склад, основні типи, класифікація клеїв. Конструкційні клеї, властивості, призначення.
32. Властивості клейових з'єднань. Переваги та недоліки клейових з'єднань у порівнянні з іншими видами нероз'ємних з'єднань.
33. Класифікація герметиків. Призначення та застосування герметиків.

**ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ,  
які виносяться на семестровий контроль**

**Розділ 1. Поняття про неметалеві матеріали**

1. Неметалеві та металеві матеріали.
2. Виникнення та роль штучних матеріалів в історії еволюції людства.
3. Класифікація неметалевих матеріалів.
4. Сучасні тенденції розвитку матеріалів.

**Розділ 2. Сляні матеріали: традиційні і нові**

1. Неорганічне скло. Визначення та загальна характеристика.
2. Основні складові неорганічного скла.
3. Склоутворювачі компоненти. Класифікація за складом.
4. Як отримують неорганічне скло?
5. Основні властивості неорганічного скла.
6. Механічні та термічні властивості скла.
7. Скло з високим поглинанням рентгенівських, гама променів та теплових нейтронів.
8. Які добавки вводять до складу оксидного скла для надання високої прозорості в ультрафіолетовій області?
9. Фоточутливість сляних матеріалів та її застосування.
10. Види технічного скла, класифікація по областях застосування.
11. Галузі застосування рідкого скла.
12. Методи зміцнення скла.
13. Чим загартоване скло відрізняється від звичайного? Властивості загартованого скла. Галузі застосування загартованого скла.
14. Прозора броня, будова, властивості та її призначення.
15. Триплекс, будова, властивості та призначення.
16. Оптичне і світлотехнічне скло.
17. Види будівельного скла.
18. Скловолокнисті матеріали. Загальна характеристика. Методи отримання скловолокнистих матеріалів.
19. Склад скловолокнистих матеріалів.
20. Скловолокна природного походження.
21. Основні властивості скловолокнистих матеріалів.
22. Ткани і неткани скловолокнисті матеріали.
23. Особливості структури та властивостей піноскла.
24. Особливості процесу отримання піноскла. Сировина для піноскла.
25. Переваги піноскла. Галузі застосування піноскла.
26. Ситали, загальна характеристика та галузі застосування. Чим ситали відрізняються від звичайного скла?
27. Склад та структура ситалів. Яку будову мають ситали – кристалічну, аморфну?
28. Типи ситалів. Як отримують ситали?
29. Властивості ситалів. В чому полягає причина корисних властивостей ситалів? До якої температури зберігається міцність ситалів?
30. Галузі застосування ситалів.

---

**Розділ 3. Керамічні матеріали**

1. Які матеріали відносяться до керамічних?
2. Кераміка як перспективний клас матеріалів зі спеціальними властивостями.
3. Класифікація керамічних матеріалів за функціональними ознаками.
4. Оксидна кераміка, склад, властивості, застосування.
5. Класифікація та властивості вогнетривів.
6. Отримання оксидної кераміки.

7. Чому застосування оксидної кераміки як конструкційного матеріалу є обмеженим?
  8. Класифікація безкисневої кераміки за складом.
  8. Тип зв'язку у керамічних кристалах та притаманні властивості.
  9. Чим визначаються структура металоподобних сполук?
  10. Чим визначаються властивості металоподобних сполук?
  11. Безоксидна технічна кераміка. Склад, будова, властивості.
  12. Які сполуки відносяться до металоподобної кераміки?
  13. Безоксидна кераміка, основні властивості та галузі застосування.
  14. В чому полягає принципова різниця температурної залежності властивостей міцності металевих та керамічних матеріалів?
  15. Методи отримання металоподобних сполук.
  16. Сфери застосування металоподобної кераміки.
- 
17. Тугоплавкі сполуки для сучасної технічної кераміки.
  18. Які елементи утворюють тугоплавкі сполуки? Найбільш важливі тугоплавкі сполуки з точки зору властивостей та практичного застосування.
  19. Склад та будова, основні властивості найбільш важливих тугоплавких сполук.
  20. Тип хімічного зв'язку в тугоплавких сполуках для технічної кераміки.
  21. Властивості та застосування тугоплавких сполук.
  22. Класифікація методів отримання керамічних порошків за хімічною реакцією.
  23. Чим обумовлені технічні труднощі отримання керамічних матеріалів з тугоплавких сполук?
  24. Технологічні принципи отримання керамічних матеріалів з тугоплавких сполук.
  25. Пориста кераміка, класифікація за топологією пористої структури.
  26. На які властивості кераміки впливає пористість?
  27. Застосування пористої кераміки.

#### ***Розділ 4. Синтетичні полімерні матеріали***

1. Синтетичні полімери. Визначення та класифікація.
2. Структура макромолекул полімерів.
3. Класифікація полімерів за структурним станом, по типу синтезу.
4. Термореактивні та термопластичні полімери.
5. Властивості полімерів. Як впливає форма макромолекул полімерів на їх фізико-механічні властивості?
6. Як класифікуються полімерні матеріали за походженням, відношенням до нагріву, полярності?
7. Які полімери називаються термопластичними, термореактивними? Приклади.
8. Які температурні залежності характеристик міцності термопластичних і термореактивних полімерів?
9. В чому полягає сутність старіння полімерних матеріалів?
10. Пластмаси. Основні складові та їх призначення.
11. В'язучі синтетичні смоли. Термопластичні та термореактивні смоли. Властивості та сфери застосування.
12. Властивості та сфери застосування пластмас.
13. Які речовини використовують в якості наповнювачів пластмас?
14. Склад пластмас, вплив основних компонентів на їх властивості.
15. Класифікація пластмас за фізико-механічними властивостями.
16. Термореактивні та термопластичні пластмаси. Температурна залежність механічних властивостей.
17. Складові пластмас. Основні властивості пластмас.
18. Призначення пластифікаторів.
19. Класифікація пластмас за природним походженням та формою наповнювача
20. Класифікація пластмас за призначенням.
21. Пластмаси з порошкоподібними наповнювачами. Склад, властивості та призначення.
22. Пластмаси з волокнистими наповнювачами. Склад, властивості та призначення.

23. Пластмаси з шаруватими наповнювачами. Склад, властивості та призначення.
24. Листові пластмаси без наповнювача. Склад, властивості, призначення,
25. Органічне скло, склад, властивості, застосування.
26. Які пластмаси відносяться до найважливіших? Склад, властивості способи виробництва найважливіших пластмас. Галузі застосування найважливіших пластмас.
27. Технологічні властивості пластмас. Класифікація способів переробки пластмас у вироби.
28. Які компоненти входять до складу піно- та поропластів? Які речовини використовують в якості реагентів для отримання коміркової структури піно- та поропластів?
29. Класифікація пінопластів та поропластів за топологією коміркової (пористої) структури.
30. На основі яких полімерів виготовляють полімерні матеріали з відкритими та замкненими комірками?
31. Особливості процесу отримання пористих полімерів (поропластів) та пінополімерних матеріалів (пінопластів).
32. Галузі застосування піно- та поропластів.
33. Відновлювана сировина для біополімерів. Застосування біополімерів з відновлюваних ресурсів.
34. Переваги застосування біополімерів з відновлюваних ресурсів.
35. Загальні відомості про біодеградуєчі пластики та їх визначення. Чому біодеградуєчі пластики є перспективним матеріалом?
36. Склад біодеградуєчих пластмас. Сировина для біодеградуєчих пластмас. Властивості та застосування біодеградуєчих пластмас.
37. Переваги біодеградуєчих пластмас. Заміна традиційних конструкційних матеріалів на «зелені матеріали».
38. Гума, її класифікація та основні властивості.
39. Склад гуми, призначення окремих компонентів.
40. Які речовини використовують в якості наповнювачів гуми?
41. Каучук натуральний та штучний. Сировина для одержання натурального каучуку. Основні типи синтетичних каучуків (за призначенням).
42. Основні складові та отримання гуми. Призначення сірки в складі гуми. В чому полягає процес вулканізації, як змінюються властивості гуми після вулканізації?
43. Основні фізико-механічні властивості гуми та її застосування.
44. Старіння гуми. Як змінюються експлуатаційні властивості гуми під впливом температури, радіації, вакууму, озону? Захист гуми та гумових виробів від старіння.
45. Гуми загального та спеціального призначення.
46. Використання та зберігання гуми.
47. Загальна характеристика клеїв та герметиків, склад, основні типи. Класифікація клеїв. Властивості клейових з'єднань. Переваги та недоліки клейових з'єднань у порівнянні з іншими видами нероз'ємних з'єднань. Конструкційні клеї, властивості, призначення.
48. Класифікація герметиків. Призначення та застосування герметиків.

#### **Розділ 5 Композиційні матеріали з неметалевою матрицею**

1. Основні відзнаки та визначення композиційних матеріалів.
2. Основні типи композиційних матеріалів. Склад та будова композиційних матеріалів.
3. Класифікація композиційних матеріалів за розміром та розподілом складових компонентів.
4. Армуючі компоненти композиційних матеріалів. Призначення, класифікація та властивості.
5. Які морфологічні типи наповнювачів можуть використовуватись у композиційних матеріалах з трьохосьовою схемою армування?
6. За якою схемою армування об'ємний вміст наповнювача у композиційних матеріалах складає 15-16 %?
7. Схеми армування композиційних матеріалів. Для якої схеми армування використовують всі три знані морфологічні форми наповнювачів?
8. Поліматричні та поліармовані композиційні матеріали.
9. Структура та властивості дисперсійно-зміцнених композиційних матеріалів.
10. Від чого залежать фізико-механічні властивості композиційних матеріалів?



11. Области застосування композиційних матеріалів.
12. Які матриці використовують в скловолокнітах, бороволокнітах, карбоволокнітах, органоволокнітах?
13. Які наповнювачі використовують в скловолокнітах, бороволокнітах, карбоволокнітах, органоволокнітах?
14. З якою метою вводять наповнювач в матрицю?
15. Які волокна використовують для створення полімерних КМ?
16. Які основні цілі створення полімерних КМ?
17. Біокомпозити, їх склад, переваги, галузі застосування?

#### **Розділ 6. Вуглецеві матеріали**

1. Природний графіт, одержання, асортимент, застосування.
2. Штучний графіт, класифікація, структура, властивості, основні види виробів, застосування.
3. Кристалічний графіт металургійного походження (селевий графіт), його одержання, асортимент, застосування.
4. Нові форми дисперсних матеріалів на основі кристалічних форм графіту – сполуки інтеркалювання графіту (СІГ), оксид графіту, терморозширений графіт.
5. Технічний вуглець, методи одержання, властивості, застосування.
6. Конструкційні традиційні вуглецеві матеріали і вироби.
7. Нові вуглецеві матеріали – рекристалізований графіт, скловуглець, піролітичний графіт, силіційований графіт.
8. Вуглеситали, скловуглець, вуглецеві волокна та тканини.
9. Новітні вуглецеві матеріали: високопористий графіт, нанодисперсні алмази, фулерени, вуглецеві нанотрубки графанофулерени.