

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Затверджую



Голова Приймальної комісії
Ректор

[Signature]
підпис

Анатолій МЕЛЬНИЧЕНКО

04.05.2026

дата

Навчально-науковий інститут матеріалознавства та зварювання
імені Є.О. Патона

повна назва факультету/навчально-наукового інституту

ПРОГРАМА
додаткового вступного випробування

для вступу на освітньо-наукову програму підготовки доктора філософії
«Матеріалознавство»

за спеціальністю G8 Матеріалознавство

Програму ухвалено:

Науково-методичною комісією за спеціальніс-
тю G8 Матеріалознавство

Протокол № 3 від 14 квітня 2026 р.

Голова НМКУ

[Signature]

Петро ЛОБОДА

ВСТУП

Програма визначає форму організації, зміст та особливості проведення додаткового вступного випробування на освітньо-наукову програму підготовки докторів філософії «Матеріалознавство» за спеціальністю G8 Матеріалознавство для вступників, які вступають для здобуття ступеня доктора філософії з іншої галузі знань (спеціальності), ніж та, яка зазначена в їхньому дипломі, на підставі якого здійснюється вступ.

Метою програми є перевірка набуття вступником компетентностей та результатів навчання, необхідних для опанування освітньо-наукової програми підготовки докторів філософії «Матеріалознавство» за спеціальністю G8 Матеріалознавство.

1. ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

1.1. Перелік розділів та тем, які виносяться на додаткове вступне випробування

Розділ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВА

1. Електронна будова матеріалів. Типи міжатомного зв'язку: іонні, ковалентні, металічні та молекулярні зв'язки.
2. Кристалічна будова твердих тіл. Елементи симетрії кристалів і кристалічної структури. Атомні та іонні радіуси. Координаційні числа.
3. Основні типи просторових решіток в металах та їх характеристика. Поліморфізм. Анізотропія фізичних властивостей кристалів.
4. Будова реальних кристалів. Класифікація дефектів решіток: точкові, лінійні, поверхневі та об'ємні.
5. Електронна теорія міжатомного зв'язку.
6. Теплопровідність, електропровідність і електронна теплоємність металів.
7. Напівпровідникові і діелектричні властивості твердих тіл. Власна і домішкова провідність напівпровідників.
8. Магнітні властивості матеріалів. Діамагнетизм, парамагнетизм, феромагнетизм. Магнітострикція. Металічні і керамічні магніти.
9. Тепловий рух атомів у металах. Коливання решітки, теплоємність і теплове розширення, його зв'язок з кристалічною будовою і властивостями металів.
10. Дифузія в твердому тілі. Механізм дифузії. Залежність параметрів дифузії від температури. Самодифузія. Анізотропія дифузії. Зерногранична та поверхнева дифузія.
11. Термодинаміка процесу кристалізації. Утворення і ріст зародків твердої фази. Кінетика кристалізації, фактори, що впливають на кристалізацію. Величина зерна.

12. Модифікування рідкого металу. Форма кристалів, побудова зливка. Одержання монокристалів. Вторинна кристалізація.
13. Типи взаємодії компонентів в металевих сплавах.
14. Механічні суміші.
15. Хімічні сполуки.
16. Тверді розчини на базі одного з компонентів сплаву, їх типи та загальні властивості.
17. Тверді розчини на базі хімічних сполук.
18. Впорядковані тверді розчини.
19. Фази Лавеса та інтерметалідні сполуки.
20. Фази впровадження.
21. Електронні сполуки.
22. Аморфні сплави. Методи отримання, структура, властивості, особливості застосування.
23. Нанокристалічні сплави. Методи отримання, структура, властивості, особливості застосування.
24. Загальна характеристика діаграм стану. Методи побудови і зображення подвійних діаграм фазової рівноваги. Правило фаз Гіббса. Правило Мазінга. Правило відрізків.
25. Типові діаграми стану подвійних сплавів.
26. Діаграма з необмеженою розчинністю у рідкому та твердому стані. Діаграма з евтектичним перетворенням та обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані.
27. Діаграма з ретроградним плавленням. Трикутник Таммана. Діаграма з перетектичним перетворенням.
28. Подвійні діаграми з проміжними фазами.
29. Діаграми стану із стійкими хімічними сполуками. Діаграми стану із нестійкими хімічними сполуками, що утворюються в твердому стані.
30. Діаграми стану з неповною розчинністю або обмеженою розчинністю компонентів в рідкому стані.
31. Діаграма з монотектичним перетворенням.
32. Діаграма з синтектичним перетворенням.
33. Діаграми з поліморфним перетворенням.
34. Взаємозв'язок між структурою та властивостями (закони Курнакова).
35. Загальні закономірності побудови потрійних діаграм. Способи визначення хімічного складу трехкомпонентних сплавів. Правило важеля (правило відрізків). Правило центру маси коного трикутника.
36. Типові діаграми стану потрійних сплавів.
37. Діаграма стану потрійних систем з необмеженою розчинністю компонентів у рідкому і твердому стані.
38. Горизонтальний (ізотермічний) та вертикальний (політермічний) розріз даної діаграми.

39. Діаграма з відсутністю розчинності компонентів в твердому стані з потрібною евтектикою.
40. Горизонтальний та вертикальний розріз даної діаграми.
41. Кристалізація типових сплавів.
42. Діаграми стану з подвійною проміжною фазою постійного складу. вертикальний розріз даної діаграми

Розділ 2. МЕХАНІЧНІ ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ

1. Тензор напружень і тензор деформацій.
2. Пружні константи металів. Теорія деформації.
3. Типи напруженого стану матеріалів. Плоский напружений стан. Концентрація напружень.
4. Механічні характеристики матеріалів.
5. Кооперативні процеси переміщення атомів. Процеси ковзання та двійникування. Дислокації. Крайові, гвинтові і змішані дислокації. Вектор Бюргерса. Ковзання і переповзання дислокацій. Утворення дислокацій.
6. Деформування монокристалів і полікристалів.
7. Вплив пластичної деформації на структуру і властивості матеріалів.
8. Вплив границь зерен на пластичну деформацію полікристалів.
9. Зміцнення матеріалів. Деформаційне зміцнення при створенні твердих розчинів і взаємодія дислокацій з домішками.
10. Рівняння Холла-Петча. Дисперсійне твердіння. Тріщиностійкість.
11. Види і механізми руйнування.
12. В'язкість руйнування.
13. Підходи лінійної механіки руйнування до вибору конструкційних матеріалів і розрахунку розміру допустимого дефекту.
14. Методи визначення тріщиностійкості.
15. Конструкційна міцність. Критерії конструкційної міцності. Надійність і довговічність.
16. Залежність границь текучості і ударної в'язкості матеріалів від температури. Явище факторів. Поводження матеріалів при низьких (гелієвих) температурах.
17. Повзучість, тривала міцність, релаксація напружень. Типи і механізми повзучості в металах. Вплив структури, часу і швидкості деформації на процес руйнування в умовах високих температур. Мікромеханізми руйнування. Методи випробування при високих температурах. Застосування підходів механіки руйнування для прогнозування довговічності і швидкості повзучості. Термоактиваційний аналіз повзучості.
18. Природа явищ втоми. Механізм втомленого руйнування. Крива втоми. Кінетичні діаграми втомного руйнування. Застосування підходів лінійної механіки руйнування для прогнозування довговічності при циклічному навантаженні. Порогові значення коефіцієнтів інтенси-

вності напруження. Вплив структури і умови навантаження на характеристики тріщиностійкості матеріалів при циклічному навантаженні в умовах багатоциклічної і малоциклічної втоми та в умовах корозійного середовища. Термічна втомленість, термічний удар, термостійкість. Вибір матеріалів для роботи в умовах корозії, багатоциклічних і малоциклічних термічних навантаженнях.

19. Адсорбційні процеси при деформації і руйнуванні металів. Ефект Ребіндера. Вплив поверхневоактивних середовищ на міцність металів і сплавів.
20. Корозія металів, види корозії.
21. Закономірність окислення металів. Захист металів від окислення.
22. Корозія металів і сплавів під напругою, корозійне розтріскування. Міжкристалітна корозія. Підхід лінійної механіки руйнування до оцінки працездатності матеріалів з тріщиною під впливом середовищ. Опірність кавітаційному і ерозійному руйнуванню.

Розділ 3. НАНОТЕХНОЛОГІЇ ТА НАНОСТРУКТУРНІ МАТЕРІАЛИ

1. Поняття про наддисперсний стан речовини, наноструктурні матеріали та специфіку технології їх виготовлення.
2. Наноструктурні системи. Загальна характеристика наноструктурних систем: кристалічна будова, фундаментальні властивості, фізична та фізико-хімічна кінетика.
3. Класифікація дисперсних систем за середнім характерним розміром елементів структури: грубодисперсні, тонкодисперсні та надтонкодисперсні (ультрадисперсні). Нанодисперсні системи. Основні параметри геометричної структури. Класифікація наноструктурних систем за топологічними ознаками. Розмірний ефект в наноструктурних матеріалах. Розмірний ефект в діелектриках і магнетиках.
4. Методи та процеси отримання наноструктурних матеріалів. Процеси, що базуються на топохімічних реакціях.
5. Закономірності спікання нанодисперсних систем.
6. Наноструктурні матеріали, отримані інтенсивною пластичною деформацією. Методи інтенсивної пластичної деформації і формування наноструктур. Механічні схеми і режими інтенсивної пластичної деформації. Формування наноструктур при інтенсивній пластичній деформації.
7. Види наноструктур в матеріалах, підданих інтенсивній деформації. Еволюція мікроструктури при інтенсивній пластичній деформації.
8. Атомна структура і структурна модель наноматеріалів.
9. Фундаментальні характеристики і властивості наноструктурних матеріалів.
10. Стійкість наноструктур до зовнішньої дії.
11. Еволюція наноструктур при нагріванні.

Розділ 4. СУЧАСНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МАТЕРІАЛІВ

1. Металографія.
2. Просвічуюча і скануюча електронна мікроскопія.
3. Рентгеноструктурний аналіз.
4. Мікрорентгеноспектральний аналіз.
5. Методи механічних випробувань; дюрOMETричний аналіз.
6. Магнітний аналіз фазових і структурних перетворень.
7. Метод Е.Д.С.
8. Метод ядерного магнітного резонансу.
9. Метод ядерного γ -резонансу (метод Месбауера).
10. Метод мічених атомів.
11. Ультразвукова дефектоскопія.
12. Рентгенівська і γ -дефектоскопія.
13. Методи вихрових струмів.
14. Магнітна і теплова дефектоскопія.

1.2. Порядок проведення додаткового вступного випробування

Додаткове вступне випробування проводиться у вигляді письмової роботи. Кожен білет містить чотири теоретичні запитання. Для випробування передбачено 50 екзаменаційних білетів, сформованих з наведеного вище переліку тем.

Термін виконання випробування становить 3 академічні години (135 хвилин) без перерви. Після написання роботи предметна комісія перевіряє її та виставляє оцінку згідно з критеріями оцінювання.

Методика проведення вступного випробування наступна. Члени комісії інформують вступників про порядок проведення та оформлення робіт з додаткового вступного випробування видають вступникам екзаменаційні білети з відповідними варіантами та заздалегідь роздруковані підписані листи для написання робіт. Надалі в ці листи вступники записують письмові відповіді на питання екзаменаційного білету і наприкінці зазначають дату та ставлять особистий підпис.

На організаційну частину випробування (пояснення по проведенню, оформленню і критеріям оцінювання, видачі білетів і листів для написання роботи) відводиться 10 хвилин від усього часу іспиту, на відповіді на кожне з чотирьох питань екзаменаційного білету вступнику надається по 30 хвилин і на заключну частину (збір білетів і письмових робіт у вступників членами комісії) – 5 хвилин.

Після закінчення етапу написання вступного випробування, проводиться перевірка відповідей та їх оцінювання всіма членами комісії. Члени предметної комісії приймають спільне рішення

щодо виставлення оцінки на відповідь до кожного з питань екзаменаційного білету. Ці оцінки виставляються на аркуші з відповідями студента.

Підведення підсумку додаткового вступного випробування здійснюється шляхом занесення балів в екзаменаційну відомість. Ознайомлення студента з результатами додаткового вступного випробування проводиться згідно з правилами прийому до університету.

1.3. Допоміжні матеріали для складання

Під час складання додаткового вступного випробування заборонено використання допоміжної літератури та інших допоміжних матеріалів та засобів.

1.4. Критерії оцінювання

Під час складання додаткового вступного випробування вступники виконують письмову контрольну роботу. Кожний екзаменаційний білет містить чотири теоретичні питання. Усі чотири завдання рівнозначні.

В залежності від повноти і правильності відповіді на питання вступник отримує:

23...25	балів за	91...100 %	правильної відповіді
20...22	балів за	81...90 %	правильної відповіді
17...19	балів за	71...80 %	правильної відповіді
14...16	балів за	61...70 %	правильної відповіді
11...13	балів за	51...60 %	правильної відповіді
9...10	балів за	41...50 %	правильної відповіді
7...8	балів за	31...40 %	правильної відповіді
5...6	балів за	21...30 %	правильної відповіді
3...4	балів за	11...20 %	правильної відповіді
1...2	балів за	5...10 %	правильної відповіді
0	балів за	0...5 %	правильної відповіді

Правильною відповіддю в даному контексті вважається повне і адекватне висвітлення питання згідно з програмою.

У відповідях на теоретичні завданнях екзаменаційного білета оцінюють:

- повноту розкриття питання;
- уміння чітко формулювати визначення понять/термінів та пояснювати їх;
- здатність аргументувати відповідь;
- аналітичні міркування, порівняння, формулювання висновків;

- акуратність оформлення письмової роботи.

Загальна оцінка за вступне випробування обчислюється як арифметична сума балів за всі чотири відповіді на запитання екзаменаційного білету. Таким чином, згідно з рейтинговою системою оцінювання, за результатами вступного випробування вступник може набрати від 0 до 100 балів.

Вступники, результати додаткового вступного випробування яких за стобальною шкалою складають від 60 до 100 балів, отримують оцінку "зараховано" і допускаються до складання вступного іспиту зі спеціальності.

Вступники, результати додаткового вступного випробування яких за стобальною шкалою складають від 0 до 59 балів, отримують оцінку "не зараховано" і не допускаються до участі в наступних вступних випробуваннях і в конкурсному відборі.

1.5. Приклад типового завдання додаткового вступного випробування

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ «КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Освітній ступінь	доктор філософії
Спеціальність	G8 Матеріалознавство
Освітня програма	Матеріалознавство
Іспит	Додаткове вступне випробування

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1

1. Електронна теорія міжатомного зв'язку.
2. Деформування монокристалів і полікристалів.
3. Атомна структура і структурна модель наноматеріалів.
4. Рентгеноструктурний аналіз.

Затверджено на засіданні НМКУ
протокол № ____ від ____ березня 2026 р.

Гарант освітньої програми

Петро ЛОБОДА

2. ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ

1. Особи, які без поважних причин не з'явилися на вступні випробування у визначений розкладом час, особи, знання яких було оцінено балами нижче встановленого рівня, до участі в наступних вступних іспитах і в конкурсному відборі не допускаються.

2. Перескладання вступних випробувань не допускається.

СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

Література до 1-го розділу

1. Металознавство: Підручник / О.М. Бялік, В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. 2-ге вид., перероб. і доп. – К. : ІВЦ “Видавництво “Політехніка”, 2002. 384 с.
2. Діаграми стану потрійних систем: Навч. посібник / В.С. Черненко, О.І. Дудка, В.М. Писаренко, Л.В. Голуб. Під ред. В.С. Черненка. – К.: ІЗМН, 2000. – 90 с.
3. Матеріалознавство: Навч. посібник / Більченко О.В., Дудка О.І., Лобода П.І. –К.: Кондор. – 2009. – 154с.
4. Сплави на основі заліза: підручник. У 2 т. /В.І. Мазур, В. З. Куцова, О.А. Носко, М.А. Ковзель / за ред. В.І. Мазура. – К. : Вид-во «Політехніка», 2015. –Т.1,2. – 272 с.

Література до 2-го розділу

1. Основи механіки руйнування : навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл., які навч. за напр. підгот. "Інженерне матеріалознавство" / В.С. Майборода [та ін.] ; Мін-во освіти і науки України, НТУУ "КПІ". - Київ : НТУУ "КПІ", 2010. - 124 с.
2. Богданов В'ячеслава Леонідович. Основи експериментальних методів механіки деформівного твердого тіла : навчальний посібник / В.Л. Богданов, Я.О. Жук, О.С. Богданова ; Національна академія наук України, Міністерство освіти і науки України, Відділення цільової підготовки Київського національного університету імені Тараса Шевченка. - Київ : Академперіодика, 2016. - 278 с.
3. Рябічева Людмила Олександрівна. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посіб. / Л.О. Рябічева ; М-во освіти і науки України, Східноукраїнський нац. ун-т ім. В. Даля. - Луганськ : [Вид-во СНУ ім. В. Даля], 2013. - 355 с.
4. Пчелінцев Віктор Олександрович. Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів : навч. посібн. / В.О. Пчелінцев, А.І. Дегула ; Мін-во освіти і науки, молоді та спорту України, Сумський держ. ун-т. - Суми : Сумський державний університет, 2012. - 246 с.
5. Шкриль Олексій Олександрович. Механіка руйнування : спецкурс : навчальний посібник для студентів галузі знань "Архітектура та будівництво" спеціальності 192 "Будівництво та цивільна

інженерія" освітнього рівня "магістр"/ О.О. Шкриль; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет будівництва і архітектури. - Київ : КНУБА, 2020. - 103 с.

Література до 3-го розділу

1. Скороход В.В. Фізико-хімічна кінетика в наноструктурних системах / В.В. Скороход В.В., І.В. Уварова, А.В. Рагуля. – Академперіодика, 2001. –150 с.
2. Рагуля А.В. Наукові основи створення наноматеріалів [Електронний ресурс] : конспект лекцій / А.В. Рагуля. – Електронні данні. – Київ, 2021.
3. Нанохімія, наносистеми, наноматеріали / С.В. Волков, Є.П. Ковальчук, В.М. Огієнко, О.В. Решетняк. – Київ: Наукова думка, 2008. – 424 с.
4. Габ Ангеліна Іванівна, автор. Наноматеріали: класифікація, технології одержання, особливі властивості, основні методи досліджень та напрями застосування : навчальний посібник / А.І. Габ, Д.Б. Шахнін, В.В. Малишев ; Міністерство освіти і науки України, Університет "Україна". - Київ : Університет "Україна", 2020. - 235 с.
5. Кунтий Орест Іванович, автор. Електрохімічний синтез металевих наночастинок і нанокомпозитів : монографія / О.І. Кунтий, М.М. Яцишин, Г.І. Зозуля, О.Я. Добровкцька, О.В. Решетняк, за редакцією О.Кунтового та О. Решетняка ; Міністерство освіти і науки України, Національний університет "Львівська політехніка". - Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. - 286 с.

Література до 4-го розділу

1. Холякко, Валерія Вікторівна, Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів : навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів, які навчаються за напрямом галузі знань 13 - Механічна інженерія спеціальності 132 - Матеріалознавство денної та заочної форм навчання / В.В. Холякко, І.А. Владимирський, О.О. Жабинська; Міністерство освіти і науки України, Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". - Київ : Центр учбової літератури, 2017. - 156 с.
2. Говорун, Тетяна Павлівна. Фізичні властивості і методи дослідження матеріалів: навч. посіб. / Т.П. Говорун, А.Ф. Будник, В.Б. Юскаєв; М-во освіти і науки України, Сумський державний університет. - Суми : Сумський держ. ун-т, 2014. - 255 с.
3. Мовчан, Станіслав Петрович. Фізичні властивості матеріалів та методи їх визначення: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закладів / С.П. Мовчан, В.К. Жданюк; Міністерство освіти і науки України, ХНАДУ. - Харків, 2006. - 208 с.
4. Структура і фізичні властивості твердого тіла: лабораторний практикум: навч. посіб. для інж.-фіз. і фіз. спец. вузів / [О. Г. Алавердова та ін.]; за ред. Л. С. Палатника. - Київ: Вища школа, 1992. - 310 с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

д.т.н., проф., професор кафедри ВТМ та ПМ

Петро ЛОБОДА

д.т.н., проф., завідувач кафедри ВТМ та ПМ

Юрій БОГОМОЛ

д.т.н., проф., завідувач кафедри ФМТО

Мирослав КАРПЕЦЬ

д.ф.-м.н., проф., професор кафедри ФМТО

Світлана ВОЛОШКО

д.т.н., проф., професор кафедри ФМТО

Юрій МАКОГОН

к.т.н., проф., професор кафедри ВТМ та ПМ

Анатолій СТЕПАНЧУК

д.т.н., проф., професор кафедри ВТМ та ПМ

Олександра ЮРКОВА

к.т.н., доц., доцент кафедри ВТМ та ПМ

Олег СТЕПАНОВ