

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»  
ІНЖЕНЕРНО-ФІЗИЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою

Інженерно-фізичного факультету

Протокол № / від 2020 р.

Голова вченої ради \_\_\_\_\_ П. І. Лобода

м.п.

## ПРОГРАМА

вступного комплексного фахового випробування для вступу на освітню програму підготовки магістра за спеціальністю 132 Матеріалознавство по освітній програмі: *«Металофізичні процеси та їх комп'ютерне моделювання»*

Програму рекомендовано кафедрою:  
*фізики металів*

Протокол № 2/20 від «13» лютого 2020 р.

В.о. завідувача

кафедри \_\_\_\_\_ Є.В. Іващенко

## **ВСТУПНА ЧАСТИНА**

**Метою програми** є ознайомлення абітурієнтів, що вступають на навчання на другий рівень вищої освіти (магістр) за освітньою програмою «Металофізичні процеси та їх комп'ютерне моделювання» за спеціальністю 132 «Матеріалознавство» з переліком фахових дисциплін, їх програмами, методикою проведення вступних випробувань та критеріями оцінювання відповідей.

**Задачі програми** – надати перелік питань, що охоплюють основний зміст вказаних дисциплін і вивчення яких надасть змогу успішно скласти вступні випробування, а також висвітлити систему оцінювання відповідей.

Вступні випробування проводяться з фахових дисциплін спеціальності в об'ємі, визначеному їх навчальними програмами освітнього рівня бакалавр. До переліку таких дисциплін відносяться:

- **«Методи дослідження властивостей матеріалів»**, розділи - спектроскопія рентгенівських променів; взаємодія рентгенівських променів з речовиною; метод порошків або метод полікристалів (метод Дебая); розрахунок та індиціювання рентгенограм кристалів кубічної сингонії; прецизійне визначення періодів кристалічної ґратки; обернена ґратка. рівняння Лауе; метод нерухомого монокристала (метод Лауе); якісний фазовий аналіз; кількісний фазовий аналіз.
- **«Кристалографія, кристалохімія та мінералогія»**, розділи – геометрична кристалографія; кристалохімія.
- **«Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів»**, розділи – термічний аналіз, електричні та магнітні властивості матеріалів.
- **«Фізика металів»**, розділи – точкові дефекти в кристалах та їх властивості; теорія дислокацій.
- **«Фізика конденсованого стану»**, розділи - квантова теорія вільних електронів у кристалі; зонна теорія електронів у кристалі; фізичні властивості металів з точки зору зонної теорії.
- **«Основи теорії тепло- та масопереносу»**, розділ – феноменологічна теорія явищ переносу у твердих тілах.

Вступні випробування проводяться у вигляді письмового іспиту за білетами. Кожен білет вміщує три питання. Питання в білеті рівновагові. Відповіді на питання надаються у письмовому вигляді на пронумерованих паперових аркушах зі штампом.

Тривалість вступних випробувань – три години (180 хв.) без перерви. Після іспиту комісія, затверджена наказом по університету, перевіряє відповіді та виставляє оцінку.

Результати випробувань оголошуються наступного дня. Претензії щодо оцінювання вступних випробувань приймаються протягом доби після оголошення результатів.

Відповіді на поставлені в білетах питання повинні враховувати сучасні теоретичні уявлення у відповідній дисципліні, складатися з необхідного графічного матеріалу з поясненнями та текстової частини, викладеної з використанням сучасної науково-технічної термінології.

## ОСНОВНИЙ ВИКЛАД

Містить повний і вичерпний перелік навчального матеріалу, який виноситься на Комплексне фахове випробування і включає питання з дисциплін, що входять до нормативної та варіативної частини професійно орієнтованих дисциплін.

### НОРМАТИВНА ЧАСТИНА

Нормативна частина включає питання з дисциплін: “ Методи структурного аналізу матеріалів ”, “Кристалографія, кристалохімія та мінералогія”, “Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів” і містить наступні питання:

#### Дисципліна «Методи структурного аналізу матеріалів».

1. Розрахунок рентгенограм полікристалічного зразка металу кубічної сингонії.
2. Як проводиться ідентифікація фаз за даними про міжплощинні відстані?
3. Основний закон послаблення монохроматичного рентгенівського випромінювання.
4. Прецизійне вимірювання періодів кристалічної ґратки.
5. Зйомка в камері КРОС.
6. Вивести рівняння Вульфа-Бреггів та вказати на практичні аспекти застосування.
7. Якісний фазовий рентгенівський аналіз сплавів.
8. Методи кількісного фазового рентгенівського аналізу (Метод «гомологічних» пар, метод внутрішнього стандарту).
9. Характеристичний рентгенівський спектр та його виникнення.
10. Основне рівняння дифракції рентгенівських променів - рівняння Лауе.
11. Індиціювання дебаєграм полікристалів кубічної сингонії.
12. Асиметричний метод зйомки дебаєграм та їхній розрахунок.
13. Метод Лауе.
14. Прецизійне визначення періоду кристалічної ґратки за допомогою дифрактометра. Метод Речінгера.
15. Прецизійне визначення періодів ґратки. Метод екстраполяції.
16. Метод полікристалів. Аналіз методу за допомогою оберненої ґратки.

### **Дисципліна «Кристалографія, кристалохімія та мінералогія»**

1. Класифікація кристалічних речовин за зв'язком між атомами.
2. Аморфні та кристалічні тверді тіла, їх фізичні властивості. Ізотропія та анізотропія кристалів.
3. Операції симетрії в кристалах. формула симетрії для кубу.
4. Точкові групи симетрії. Виведення точкової групи  $C_n (L_n)$ .
5. Сингонії та категорії кристалів.
6. Стереографічна проекція кристалів на прикладі кубу.
7. Гномостереографічна проекція кристалів на прикладі тригональної біпіраміди.
8. Індеси вузлів атомів, індекси напрямів у кристалі, індекси площин кристалів.
9. Елементарні комірки кристалу та їх базис.
10. Типи решіток Браве та їх характеристики.
11. Обернена ґратка та її властивості.

### **Дисципліна «Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів»**

1. Трикутник Курнакова та пряма й обернена задачі матеріалознавства.
2. Ефект Зеєбека та його застосування для вимірювання температури.
3. Типи пирометрів (стисла характеристика). Яскравісна, кольорова та радіаційна температури.
4. Методи термічного аналізу – стисла характеристика.
5. Фізична сутність теплового розширення твердих тіл. Температурний коефіцієнт лінійного та об'ємного розширення.
6. Дилатометрія – стисла характеристика методів.
7. Температурна залежність електропровідності металів.
8. Методи виміру опору – стисла характеристика.
9. Фізичні величини, що описують магнітне поле в середовищі. Типи магнетиків (поділ за магнітною сприйнятливістю).
10. Петля гістерезису та її характеристики. Магнітотверді та магнітом'які матеріали.

### **ВАРІАТИВНА ЧАСТИНА**

До варіативної частини увійшли дисципліни за вибором вищого навчального закладу: “Фізика металів”, “Фізика конденсованого стану”, “Теорія тепло- і масопереносу в матеріалах”.

### **Дисципліна «Фізика металів»**

1. Тензор напружень і тензор деформацій, їх фізичний зміст. Рівняння рівноваги пружно-деформованого тіла.
2. Пружні властивості кристалів. Закон Гука для пружно-ізотропного та анізотропного середовища.
3. Класифікація дефектів в кристалах. Види точкових дефектів. Механізми утворення, енергія утворення та енергія міграції вакансій.
4. Розрахунок рівноважної концентрації вакансій і комплексів точкових дефектів в кристалі в залежності від температури і тиску.
5. Деформація ґратки навколо точкового дефекту.
6. Експериментальне визначення рівноважної концентрації, енергії утворення та енергії активації міграції вакансій.
7. Крайова та гвинтова дислокації. Дислокаційний механізм пластичної деформації.
8. Контур Бюргерса і вектор Бюргерса дислокації, її потужність. Класифікація дислокацій за величиною і напрямом вектора Бюргерса.
9. Види руху дислокацій (ковзання та переповзання). Густина дислокацій та методи її експериментального визначення.
10. Механізми утворення дислокацій. Джерела Франка-Рида.
11. Дислокації Вольтерра. Розрахунок та аналіз полів напружень і деформацій навколо дислокації.
12. Енергія деформації від крайової та гвинтової дислокацій. Енергетичний критерій Франка для дислокаційної реакції.
13. Сили, діючі на дислокацію з боку зовнішніх полів. Розрахунок та аналіз сил взаємодії між двома крайовими і двома гвинтовими дислокаціями.
14. Взаємодія дислокацій з точковими дефектами. Атмосфери Коттрелла, Снука і Сузукі.

### **Дисципліна “Фізика конденсованого стану”**

1. Квантова теорія вільних електронів у кристалі.
2. Поверхня Фермі вільних електронів у кристалі.
3. Зони Бріллюена.
4. Провідники з точки зору зонної теорії.
5. Діелектрики з точки зору зонної теорії.
6. Напівпровідники з точки зору зонної теорії.
7. Теорема Блоха.

8. Наслідки теореми Блоха.
9. Циклічні умови Борна-Кармана.
10. Хвильові функції вільних електронів у кристалі.
11. Кількість квантових станів в зоні Бріллюена (густина станів у зоні Бріллюена).
12. Квазіімпульс електрона у кристалі.
13. Ефективна маса електрона у кристалі.  $n$ -провідність у напівпровідниках.  $p$ -провідність у напівпровідниках.

### **Дисципліна «Теорія тепло- і масопереносу в матеріалах»**

1. Рівняння, що описують теплоперенос в металах і сплавах.
2. Рівняння, що описують масоперенос в металах і сплавах.
3. Виведення 2-го рівняння Фіка.
4. Густина потоку речовини.
5. Коефіцієнт дифузії.
6. Типи коефіцієнтів дифузії. Коефіцієнти гетеро- і самодифузії.
7. Ефект Кіркендала. Власні коефіцієнти дифузії.
8. Рівняння Даркена.
9. Постановка початково-крайових задач масопереносу.
10. Типи розв'язків 2-го рівняння Фіка.
11. Стаціонарні задачі масопереносу.
12. Залежність коефіцієнтів дифузії від різних чинників.
13. Формула Ареніуса.
14. Розрахунок енергії активації дифузії.
15. Класифікація експериментальних методів визначення коефіцієнтів дифузії.

**Критерії оцінювання результатів  
фахових вступних випробувань**  
для вступу на освітню програму  
*«Металофізичні процеси та їх комп'ютерне моделювання»*  
за спеціальністю 132 Матеріалознавство  
ОНП – магістр наук, ОПП – магістр інженерії

1. В залежності від правильності та повноти відповіді на запитання білету студент отримує: за 1 питання максимально 33 бали, за 2 питання – 34 бали, за 3 питання – 33 бали (разом 100 балів). Кожна відповідь оцінюється наступним чином:

– (91...100) % правильної відповіді	– 29-34 балів;
– 81...90%	– 26-28 балів;
– 71...80%	– 23-25 балів;
– 61...70%	– 20-22 бали;
– 51...60%	– 17-19 балів;
– 41...50%	– 13-16 балів;
– 31...40%	– 10-12 балів;
– 21...30%	– 7-9 балів;
– 11...20%	– 3-6 балів;
– <10%	– 1-2 бали;
– немає відповіді	– 0 балів.

2. Залежно від загальної суми отриманих балів студент отримує: (95...100 балів). Повна розгорнута відповідь на всі питання комплексного завдання з урахуванням сучасних теоретичних уявлень щодо фахових дисциплін спеціальності «Матеріалознавство» та уміння практичного їх використання. Відповідь повинна складатися із необхідного графічного матеріалу із поясненнями та текстової письмової відповіді, яка повинна бути викладена державною мовою без граматичних помилок із використанням сучасної науково - технічної термінології.

(85...94 бали). Майже повна розгорнута відповідь на всі питання комплексного завдання з урахуванням сучасних теоретичних уявлень щодо фахових дисциплін спеціальності та уміння практичного їх використання. Відповідь повинна складатися із необхідного графічного



матеріалу із поясненнями та текстової письмової відповіді, яка повинна бути викладена державною мовою без граматичних помилок із використанням сучасної науково - технічної термінології. Відповідь має невелику кількість незначних неточностей.

(75...84 бали) Не повна розгорнута відповідь на питання комплексного завдання. Графічний матеріал не повною мірою розкриває сутність питань, але не містить принципових теоретичних та практичних помилок. Відповідь повинна бути викладена державною мовою без помилок. Проблемні питання розкриті не повністю.

(65...74 бали). Відповідь частково розгорнута. Графічний матеріал недостатньо ілюструє відповіді на задані питання. Не розкриті проблемні питання. Відповідь викладено державною мовою без помилок.

(60...64 бали). Відповідь неповна. Графічний матеріал недостатньо ілюструє відповіді на задані питання. Не розкриті проблемні питання. Відповідь має багато неточностей. Відповідь викладено державною мовою з незначними помилками.

(менше 60 балів). Відповіді на питання поверхневі, без повного розуміння матеріалу. Графічний матеріал виконаний неповністю і має суттєві помилки. Відповіді виконано державною мовою з помилками, без використання сучасної науково-технічної термінології.

Бали за всі отримані відповіді підсумовуються разом.

Перерахунок сумарного балу результату фахових вступних випробувань PCO в оцінку ЄВІ наданий в таблиці:

Таблиця відповідності оцінок PCO (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100...200 балів)

Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ	Оцінка PCO	Оцінка ЄВІ
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

## **ПРИКІНЦЕВІ ПОЛОЖЕННЯ**

Питання в білетах сформульовані таким чином, що відповіді на них не потребують використання довідкової літератури. Тому користування довідниками, підручниками, навчальними посібниками, методичними вказівками тощо не припустиме.

## **СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ**

### **Дисципліна “Фізика конденсованого стану”**

1. Физика металлов / Белоус М.В., Браун М.П. — К.: Вища школа. Головное изд-во, 1986. — 343 с.
2. Будова рідких, аморфних та кристалічних матеріалів: експериментальний електронний підручник / С.І. Сидоренко, М.В. Белоус, М.О. Васильєв та ін., Миколаїв, 1999 р. — 264 с.
3. Г.Шульце. Металлофизика. М.: Мир, 1971. — 504 с.
4. Физика материалов: / Игнатенко П.Н. Иваницин Н.П. Учебное пособие для студентов университетов и вузов, Донецк: Донецкий государственный университет, 1999 — 235 с.
5. Блейкмор Дж. Физика твёрдого тела. — М.: Мир. — 1988, — 608 с.

### **Дисципліна «Кристаллографія, кристалохімія та мінералогія»**

6. М.П.Шаскольская. Кристаллография. Москва. Высшая школа, 1976.
7. Г.П.Кушта. Введение в кристаллографию. Львов. Вища школа, 1976.
8. Я.С.Уманский, Ю.А.Скаков, А.Н.Иванов, Л.Н.Расторгуев. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. Москва, Металлургия, 1982.
9. Михайло Куровець. Кристаллографія і мінералогія. Ч.1. Львів, видавництво «Світ», 1996.
10. Л.О.Бірюкович. Кристаллографія, кристалохімія та мінералогія. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу. – К. ІВЦ, видавництво «Політехніка», 2005. – 36 с.
11. Розин, К. М. Практическая кристаллография / К. М. Розин. М. : Миссис, 2005. - 486 с

### **Дисципліна “Фізика металів”**

12. Переломова Н.В., Тагиева М.М. Задачник по кристаллофизике, М.: Наука, 1982. – 288 с.
13. Ландау Л.Д. Лившиц Е.М. Теория упругости. Сборник. Теоретическая физика, том VII Москва 1965, (стр. 9-58)
14. Барабаш Р.І. Белоус М.В. Егоров Б.В. Физика металлов, Киев, 1991.
15. Уманский Я.С., Скаков Ю.А. Физика металлов, М., 1978. 352 с. (Гл.3, 4).

### **Дисципліна «Основи теорії тепло- та масопереносу»**

16. Навчальний посібник. С.І.Сидоренко, О.В. Філатов, С.М.Волошко. Аномальне масоперенесення. Закономірності та механізми: Навч. посіб. – К.: ІВЦ „Політехніка”, 2008.- 70 с.
17. Бокштейн Б.С. Диффузия в металлах. – М.: Металлургия, 1978. – 247 с.

**Дисципліна “Методи дослідження властивостей матеріалів”**

18. Я.С. Уманский. Рентгенография металлов и полупроводников. - М.: Металлургия, 1969.- 496 с.
19. Ермолов И.Н., Останин Ю.Я. Методы и средства неразрушающего контроля качества: Учеб. пособие для инженерно-техн. спец. вузов. – М.: Высш.шк., 1988. – 368 с.: ил.
20. Я.С. Уманский, Ю.А. Скаков, А.Н. Иванов, Л.Н. Расторгуев. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. - М.: Металлургия, 1982.- 632 с.
21. А.А. Русаков. Рентгенография металлов. Учебник для вузов. - М.: Атомиздат, 1977.- 480 с.
22. С.С Горелик., Ю.А. Скаков, Л.Н. Расторгуев. Рентгенографический и электронно-оптический анализ. Учебное пособие для вузов 3-е изд. доп. и перераб. - М.: МИСИС, 1994.- 328 с.

**Дисципліна «Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів»**

23. Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов: Учебное пособие для студентов металлургических специальностей. -Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2004, 157 с. ([http://boss/Balakhonova/Фізичні властивості та методи їх дослідження/Методичні вказівки/Fiz\\_metod\\_isledov\\_metal\\_i\\_splav.pdf](http://boss/Balakhonova/Фізичні_властивості_та_методи_їх_дослідження/Методичні_вказівки/Fiz_metod_isledov_metal_i_splav.pdf))
24. Черепин В.Т. Экспериментальная техника в физическом металловедении. – К.: Техника, 1968. - 280 с.
25. Колмаков А.Г., Терентьев В.Ф., Бакиров М.Б. Методы измерения твердости: справ. изд. - М.: Интермет Инжиниринг, 2005. -150 с.

**РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:**

**д.ф.-м.н., проф. С.М. Волошко**

**к.т.н., доц. Є.В. Іващенко**

**к.т.н., доц. В.В. Холявко**

**к.ф.-м.н., ст.викл. Н.О. Балахонова**

**Приклад типового завдання комплексного фахового випробування**

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

Комплексне вступне випробування  
з фахових дисциплін за спеціальністю 132 «Матеріалознавство»  
освітня програма– «Металофізичні процеси та  
їх комп'ютерне моделювання»  
ОНП – магістр наук, ОПП – магістр інженерії

**Екзаменаційний білет № \_\_\_\_\_**

1. Циклічні умови Борна-Кармана.
2. Розрахунок теоретичної міцності ідеального кристалу. Міцність реальних кристалів.
3. Ефект Кіркендала. Власні коефіцієнти дифузії. Рівняння Даркена.

Абітурієнт \_\_\_\_\_.

Підпис \_\_\_\_\_.

Затверджено на засіданні кафедри фізики металів,  
протокол № 2/20 від 13 лютого 2020 р.

В.о. зав. кафедри \_\_\_\_\_ Іващенко Є.В. Декан ІФФ \_\_\_\_\_ Лобода П.І.

