

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут матеріалознавства і зварювання ім Є.О.Патона

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Атестаційної комісії

ІМЗ ім. Є. О. Патона

Директор

Юрій СИДОРЕНКО

« ____ » « _____ » 2021 р.

м.п.

ПРОГРАМА

комплексного фахового випробування

для вступу на освітню програму підготовки магістра
«Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві»

за спеціальністю 132 Матеріалознавство

Програму рекомендовано кафедрою:
Металознавства та термічної обробки
Протокол № ____ від « ____ » _____ 2021 р.

В.о. завідувача
кафедри _____ Мирослав КАРПЕЦЬ

Програму рекомендовано кафедрою:
фізики металів
Протокол № ____ від « ____ » _____ 2021 р.

В.о. завідувача
кафедри _____ Світлана ВОЛОШКО

ВСТУПНА ЧАСТИНА

Метою програми є ознайомлення абітурієнтів, що вступають на навчання на другий рівень вищої освіти (магістр) за освітньою програмою «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» 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); прецизійне визначення періодів кристалічної ґратки; обернена ґратка. рівняння Лауе; метод нерухомого монокристала (метод Лауе); якісний фазовий аналіз; кількісний фазовий аналіз.
- **«Інформатика, обчислювальна техніка та числові методи»**
- **«Кристалографія, кристалохімія та мінералогія»**, розділи – геометрична кристалографія; кристалохімія.
- **«Фізичні властивості та методи дослідження матеріалів»**, розділи – термічний аналіз, електричні та магнітні властивості матеріалів.
- **«Металознавство»**
- **«Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»**
- **«Теорія та практика термічної обробки вуглецевих та легованих сталей»**
- **«Металографія»**
- **«Кольорові метали та сплави»**
- **«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 «Інформатика, обчислювальна техніка та числові методи»

1. Призначення та основні функції операційної системи
2. Файлова система. Призначення та основні функції
3. Основні фактори, що впливають на продуктивність ПЕОМ
4. Вплив алгоритму, структури даних та мови кодування на швидкість виконання програми
5. Основні апаратні підсистеми ПЕОМ та їх внесок у загальну продуктивність
6. Основні алгоритмічні структури
7. Стандартні елементи графічного зображення блок-схем алгоритмів
8. Алгоритмічні структури розгалуження
9. Циклічні алгоритмічні структури
10. Основні типи числових даних
11. Фізичні принципи збереження числових даних у пам'яті ПЕОМ
12. Які переваги мають обчислення з допомогою комп'ютера?
13. На що впливають параметри ЕОМ при числових розрахунках.
14. Які недоліки мають обчислення з використанням числових методів.

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, індеси напрямів у кристалі, індеси 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 пірометрів (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.

Дисципліна «Металознавство»

1. Металевий зв'язок. Схема енергії взаємодії двох атомів в залежності від міжатомної відстані.
2. Атомно-кристалічна будова металів. Пластична деформація і рекристалізація.
3. Будова реальних металевих кристалів. Дефекти кристалічної будови, їх класифікація, характеристика.
4. Формування структури металів при кристалізації. Механізм процесу кристалізації. Гомогенне і гетерогенне зародкоутворення.
5. Модифікування. Механізм росту, параметри кристалізації. Ступінь переохолодження та його вплив на параметри кристалізації, коефіцієнт дифузії, зміну вільної енергії.
6. Поліморфні перетворення. Поліморфізм заліза. Крива охолодження заліза. Термічний аналіз.
7. Будова металевого зливка, процес його кристалізації та явища, пов'язані з кристалізацією у виливниці.
8. Діаграма стану подвійної системи із необмеженою розчинністю компонентів в рідкому і твердому станах. Правило відрізка. Випадки поліморфних перетворень в даній системі.
9. Випадок евтектичного перетворення в подвійній системі. Побудова діаграми Sn - Zn методом термічного аналізу. Кристалізація сплавів.
10. Випадок обмеженої розчинності в твердому стані на прикладі системи Cu – Ag. Умови утворення твердих розчинів заміщення і проникнення.
11. Випадок перитектичного та монотектичного перетворень. Використання правила відрізків при кристалізації сплавів.
12. Евтектоїдне та перетектоїдне перетворення. Використання правила відрізків при кристалізації сплавів.
13. Зв'язок діаграми стану із властивостями (закони Курнакова).
14. Стабільна і метастабільна рівновага в системі залізо-вуглець. Схема кристалізації високовуглецевих сплавів.
15. Структура і властивості сірих чавунів. Умови їх отримання. Графітизуюче відпалювання.

16. Діаграма стану потрійної системи з нерозчинністю компонентів у твердому стані. Загальна характеристика. Кристалізація потрійних сплавів.

Дисципліна «Механічні властивості та конструкційна міцність матеріалів»

1. Пружність металів. Закон Гука.
2. Методи вимірювання твердості сплавів.
3. Вплив розміру зерен на механічні властивості металів та сплавів. Закон Холла-Петча.
4. Пластична деформація ковзанням. Системи ковзання для ГЦК-кристалів.
5. Руйнування металів. Види зламів. Критерій Гріффіста.
6. Види дислокацій. Вектор Бюргерса крайової та гвинтової дислокації.
7. Точкові дефекти в металах та сплавах. Залежність концентрації вакансій від температури.
8. Деформаційне зміцнення металів та сплавів.
Методи вимірювання твердості сплавів.

ВАРІАТИВНА ЧАСТИНА

До варіативної частини увійшли дисципліни за вибором вищого навчального закладу: «Фізика конденсованого стану», «Основи теорії тепло- і масопереносу в матеріалах», «Теорія та практика термічної обробки вуглецевих та легованих сталей», «Металографія», «Кольорові метали та сплави».

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 «Основи теорії 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.

Дисципліна «Теорія та практика термічної обробки вуглецевих та легованих сталей»

1. Обґрунтувати механізм утворення аустеніту при нагріванні сталей.
2. Визначити поняття про спадковість при нагріві сталі.
3. Проаналізувати процес перетворень при нагріванні сталі вище температур A_1 та A_3 .
4. Визначення сутності перетворень аустеніту при безперервному охолодженні.
5. Визначення сутності перетворення аустеніту в проміжній області температур (бейнітне перетворення).
6. Визначити сутність перетворень в загартованих сталях при відпуску.
7. Визначення сутності мартенситного перетворення аустеніту.
8. Дати оцінку характеристикам мартенситу, бейніту, троститу, сорбіту і перліту.
9. Дати оцінку перлітного перетворення аустеніту.
10. Визначити фактори, які впливають на загартовуваність та прогартовуваність сталі.
11. Визначення сутності ізотермічного перетворення аустеніту.

12. Визначити механізм перлітно-аустенітного перетворення при нагріванні сталі.
13. Проаналізувати механізм бейнітного перетворення аустеніту.
14. Визначити вплив швидкості охолодження аустеніту на структуру та властивості сталі.
15. Дати оцінку головним закономірностям мартенситного перетворення аустеніту.
16. Проаналізувати діаграми ізотермічного перетворення переохолодженого аустеніту вуглецевих сталей.
17. Дати оцінку перетворень при відпуску загартованої сталі.
18. Проаналізувати фактори, які впливають на прогартовуваність сталей.
19. Визначити умови гартування сталей.
20. Визначити фазові та структурні складові вуглецевих сталей та чавунів.
21. Визначити основні види термічної обробки.
22. Проаналізувати процес гомогенізуючого відпалу сталей.
23. Визначити сутність повного відпалу сталей.
24. Дати оцінку процесу нормалізації сталі.
25. Проаналізувати вибір охолоджуючих середовищ під час гартування сталей.
26. Дати оцінку способів охолодження деталей при гартуванні.

Дисципліна «Металографія»

1. Формування зображення об'єкту в об'єктиві та мікроскопі.
2. Макро- та мікроскопічне дослідження зламів (фрактографія).
3. Визначення густини лінійних дефектів у сплаві.
4. Планіметричний метод визначення структурного складу сплаву.

Дисципліна «Кольорові метали та сплави»

1. Мідь та сплави на її основі. Вплив домішок на властивості технічної міді. Склад, структура, властивості латуней і бронз.
2. Алюміній та сплави на його основі. Деформуємі алюмінієві сплави. Термічна обробка дюралюмінію. Фізична природа старіння.
3. Ливарні алюмінієві сплави. Силуміни, їхнє модифікування та термічна обробка. Види термічної обробки ливарних сплавів систем Al - Cu, Al - Mg.
4. Титан та його сплави.

Критерії оцінювання результатів фахових вступних випробувань
 для вступу на освітню програму
«Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві»
 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.

Отримана сума балів згідно розпорядження № 5/7 від 13 січня 2020 р. та «Правил прийому до КПІ імені Ігоря Сікорського в 2020 році» переводиться у шкалу оцінювання 100...200 балів (шкала ЄВІ). Таблицю переведення оцінок у шкалу ЄВІ наведено нижче.

Таблиця відповідності оцінок рейтингової системи оцінювання (PCO, 60...100) балам 200-бальної шкали (100...200)

Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200	Оцінка PCO	Бали 100...200
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

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 –
"Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві"
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 № _____ від _____ 2021 р.

В.о. зав. кафедри ФМ _____ Світлана ВОЛОШКО

Затверджено на засіданні кафедри металознавства та термічної обробки
протокол № _____ від _____ 2021 р.

В.о. зав. кафедри МТО _____ Мирослав КАРПЕЦЬ

В.о. директора ІМЗ ім.Є.О. Патона _____ Юрій СИДОРЕНКО

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. Фізика металлов / Белоус М.В., Браун М.П. — К.: Вища школа. Главное изд-во, 1986. — 343 с.
2. Будова рідких, аморфних та кристалічних матеріалів: експериментальний електронний підручник / С.І. Сидоренко, М.В. Белоус, М.О. Васильев та ін., Миколаїв, 1999 р. — 264 с.
3. Г.Шульце. Металлофізика. М.: Мир, 1971. — 504 с.
4. Фізика матеріалів: / Игнатенко П.Н. Иваницин Н.П. Учебное пособие для студентов университетов и вузов, Донецк: Донецкий государственный университет, 1999 — 235 с.
5. Блейкмор Дж. Фізика твє рдного 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 «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. ([//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.

Дисципліни «Металознавство, Теорія та практика термічної обробки вуглецевих та легованих сталей»

1. Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П. Металловедение и термическая обработка металлов. - М.: Машиностроение, 1990. - 510 с.

2. Гуляев А.П. Металловедение. - 5-е изд. - М.: Металлургия, 1977. -643 с.

3. Лифшиц Б.Г. Металлография. - М.: Металлургия, 1971. - 404 с.

4. Структура и свойства автолистовой стали / В.Л. Пилюшенко, А.И. Яценко, Н.И. Репина, Г.В. Кругликова. - М.: Металлургия, 1996. - 164 с.

5. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.; Под ред. В.Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989. - 640 с.

6. Туфанов Д.Г. Коррозионная стойкость нержавеющей сталей и чистых металлов. - М.: Металлургия, 1973. - 352 с.

7. Ажогин Ф.Ф. Коррозионное растрескивание и защита высокопрочных сталей. - М.: Металлургия, 1974. - 230 с.

8. Скалли Д. Основы учения о коррозии и защите металлов. - М.: Мир, 1978.- 220 с.

9. Химушин Ф.Ф. Нержавеющие стали. - М.: Metallurgy, 1967. - 798 с.
10. Коломбье Л., Гохман И. Нержавеющие и жаропрочные стали / Пер. с франц. - М.: Metallurgizdat, 1958. - 479 с.
11. Чигал В. Межкристаллитная коррозия нержавеющей сталей / Пер. с чешек. - Л.: Химия, 1969. - 232 с.
12. Ланская К.А. Жаропрочные стали. - М.: Metallurgy, 1969. - 247 с.
13. Винокур Б.Б., Пилюшенко В.Л., Касаткин О.Г. Структура конструкционной легированной стали. - М.: Metallurgy, 1983. - 216 с.
14. Симе Ч., Хагель В. Жаропрочные сплавы / Пер. с англ. - М.: Metallurgy, 1976. - 568 с.
15. Бокштейн С.З. Строение и свойства сплавов. - М.: Metallurgy, 1971.-496 с.
16. Браун М.П., Александрова Н.П., Тихоновская Л.Д. Микролегирование литых жаропрочных сталей. - К.: Наук, думка, 1974. - 240 с.
17. Винокур Б.Б., Браун М.П., Матюшенко Н.И. Жаропрочная сталь. - К.:Наук, думка, 1966.-260 с.
18. Винокур Б.Б., Пилюшенко В.Л. Хладостойкость легированной конструкционной стали. - К.: Знание, 1978. - 22 с.
19. Гольдштейн М.И., Фабер В.М. Дисперсионное упрочнение стали. -М.: Metallurgy, 1979. - 208 с.
20. Орлов А.Н., Переверзенцев В.Н., Рыбин В.В. Границы зерен в металлах. - М.: Metallurgy, 1980. - 156 с.
21. Садовский В.Д. Структурная наследственность стали. - М.: Metallurgy, 1973.-206 с.
22. Чейлях А.П. Экономнолегированные метастабильные сплавы и упрочняющие технологии. - Харьков: ННЦ ХФТИ, 2003. - 212 с.
23. Захаров В.В., Захаров А.М. Жаропрочные сплавы. - М.: Metallurgy, 1972. - 384 с.
24. Новиков И.И. Теория термической обработки металлов. - М.: Metallurgy, 1974.-400 с.
25. Блантер М.Е. Теория термической обработки. - М.: Metallurgy, 1984.-328 с.
26. Лысак Л.И., Никулин Б.И. Физические основы термической обработки стали. - К.: Технпса, 1975. - 304 с.
27. Хачатурян А.Г. Теория фазовых превращений и структура твердых растворов. - М.: Наука, 1974. - 384 с.
28. Кристиан Дж. Теория превращений в металлах и сплавах / Пер. с англ. - М.: Мир, 1978.- 806 с.
29. Лившиц Л.С. Металловедение для сварщиков. - М.: Машиностроение, 1979.-253 с.
30. Туманов А.Т. Конструкционные материалы: Справочник: В 3 т. - М.: Сов. энциклопедия, 1964.
31. Савицкий Е.М., Бурханов С.Г. Металловедение сплавов тугоплавких и редких металлов. - М.: Наука, 1971. - 352 с.
32. Глейтер Г., Чалмерс Б. Большиеугловые границы зерен / Пер. с англ. -М.: Мир, 1975.-375 с.
33. Колачов Б.А., Ливанов В.А., Елагин В.И. Металловедение и термическая обработка цветных металлов и сплавов. - М.: Metallurgy, 1981.-416 с.
34. Структура и коррозия металлов и сплавов: Справочник / Под ред. Е.Т. Ульянина. - М.: Metallurgy, 1989. - 400 с.
35. Конобеевский СТ. Действие облучения на материалы. Введение в радиационное материаловедение. - М.: Атомиздат, 1968. - 401 с.

36. Бескоровайный Н.М., Беломытцев Ю.С, Абрамов М.Д. Конструкционные материалы ядерных реакторов. - Ч. 1. - М: Атомиздат, 1972.-239 с.
37. Герасимов В.В., Монахов А.С. Материалы ядерной техники. - М.: Атомиздат, 1973. - 334 с.
38. Рахштадт А.Г. Пружинные стали и сплавы. - М.: Metallurgy, 1971. -495 с.
39. Высокотемпературные механические свойства коррозионностойкой стали для атомной техники / Пер. с англ.; Под ред. СБ. Масленкова. -М.: Metallurgy, 1987. - 478 с.
- 40.Потак Я.М. Высокопрочные стали. - М.: Metallurgy, 1972. - 208 с.
41. Материаловедение / Под общ. ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина. -М.: МГТУ им. Баумана, 2002. - 450с.
42. Шалаев А.М. Свойства облученных металлов и сплавов. - К.: Наук, думка, 1985.-307 с.
43. Химушин Ф.Ф. Жаропрочные стали и сплавы. - М.: Metallurgy, 1978.- 860 с.
44. Векслер Ю.Г. Жаропрочные и жаростойкие стали и сплавы. - М.: Metallurgy, 1980. - 275 с.
45. Никитин В.И. Расчет жаростойкости металлов. - М.: Metallurgy, 1976.- 201 с.
46. Кубашевский О., Гопкинс Б. Окисление металлов и сплавов. - М.: Машиностроение, 1983. -321 с.
47. Прецизионные сплавы: Справочник/Под ред.Б.В.Молотилова. -М.: Мелаллургия, 1974. - 446 с.
48. Бялик О.М., Черненко В.С, Писаренко В.М., Москаленко Ю.Н. Металознавство. -К.: ІВЦ Політехніка, 2002. – 374с.
49. Кузш О.А.,Яцюк РА. Металознавство та термічна обробка металів.-Львів: АфІша, 2002.-304 с.
50. Конструкционные материалы для реакторов термоядерного синтеза: Сб. ст. / Под ред. Н.В. Агеева. - Л.: Наука, 1983. - 214 с.
51. Бялік О.М., Кондратюк С.Є., Кіндрачук М.В., Черненко В.С. Структурний аналіз металів. Металографія. Фрактографія. – К.: ВПІ ВПК Політехніка, 2006. – 328с.
52. Металознавство і термічна обробка металів і сплавів, Ю.М. Таран, Є.П. Калінушкін та інші – Дніпропетровськ.: Дніпрокнига, 2002. – 360с.

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

д.ф.-м.н., проф. С.М. Волошко

д.ф.-м.н., проф. М.В. Карпець

к.т.н., доц. Є.В. Іващенко

к.ф.-м.н., ст.викл. Н.О. Балахонова

к.т.н., доц. М.М. Бобіна

к.т.н., доц. О.І. Дудка

