

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ЕЛЕКТРОЗВАРЮВАННЯ ім. Є.О. ПАТОНА НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ
Відділ аспірантури при ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України

ЗАТВЕРДЖУЮ
Заступник директора
ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України
академік НАН України

С.І. Кучук-Яценко
(ініціали, прізвище)
«06» липня 2020 р.

МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТАЛІВ І СПЛАВІВ
шифр навчальної дисципліни за ОНП 2/П
(назва кредитного модуля)

РОБОЧА ПРОГРАМА
кредитного модуля

рівень вищої освіти - доктор філософії з металургії
форма навчання - денна
спеціальність - 136 – металургія
галузь знань - 13 – механічна інженерія
освітня програма - Металургія

Затверджено на випускному
відділі за спеціальністю 136
«Металургія»

Інституту електрозварювання
ім. Є.О. Патона НАН України
Протокол №1 від 3.07.2020 р.
Завідувач випускового відділу
чл.-кор. НАН України, проф.

 В.О. Шаповалов

Робоча програма кредитного модуля:

«Методи дослідження металів і сплавів»
(назва кредитного модуля)

складена відповідно до програми навчальної дисципліни

«Методи дослідження металів і сплавів», ОНП 2/П
(назва навчальної дисципліни та код за ОП)

Розробники робочої програми:

В.О. Зав. відділу фізико-хімічних досліджень матеріалів
Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
к.т.н. Григоренко Світлана Георгіївна

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Провідний науковий співробітник відділу фізико-хімічних
досліджень матеріалів Інституту електрозварювання
ім. Є.О. Патона НАНУ

к.т.н. Грицків Ярослав Петрович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Старший науковий співробітник відділу плазмово-шлакової
металургії Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
к.т.н. Якуша Володимир Вікторович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

Молодший науковий співробітник відділу плазмово-шлакової
металургії Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
Порохонько Віталій Богданович

(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ім'я, по батькові)


(підпис)

1. Опис кредитного модуля

Рівень ВО, спеціальність, освітня програма, форма навчання	Загальні показники	Характеристика кредитного модуля
Рівень ВО <u>Третій (доктор філософії)</u>	Назва дисципліни <u>Методи дослідження металів і сплавів</u>	Лекції <u>18</u> год.
Спеціальність <u>136 – Металургія</u> (шифр і назва)	Цикл (загальної/професійної підготовки)	Практичні (семінарські) <u>18</u> год.
Освітня програма <u>ОНП 2/П, Методи дослідження металів і сплавів</u> (ОПП, ОНП, назва)	Статус кредитного модуля <u>Вибірковий</u> (обов'язковий, вибірковий)	Лабораторні роботи _____ год.
		Самостійна робота 144 год., у тому числі на виконання індивідуального завдання <u>0</u> год.
	Семестр <u>4</u>	Індивідуальне завдання <u>-</u> (вид)
Форма навчання <u>Денна</u> (денна, заочна)	Кількість кредитів (годин) <u>6/180</u>	Вид та форма семестрового контролю <u>Залік</u> (екзамен / залік; усний / письмовий / тестування тощо)

Цей курс є логічним продовженням профілюючих курсів циклу професійної підготовки таких як "Термодинаміка і кінетика металургійних процесів", "Фізика рідкого стану і металургійна спадковість", "Основи структуроутворення металів і сплавів" і має тісний зв'язок із рядом фізичних та матеріалознавчих дисциплін, а саме - з фізикою металів, загальною і атомною фізикою, фізикою газового розряду, фізикою твердого тіла, фізичною металургією та ін.

Доктор філософії з металургії як фахівець повинен мати глибокі теоретичні знання і володіти відповідними практичними навичками використання фундаментальних знань щодо вивчення структури та властивостей металів і сплавів за допомогою комплексу сучасних матеріалознавчих методів дослідження.

Даний курс має велике значення для формування майбутнього доктора філософії з металургії, розширює технологічні можливості фахівця. Кредитний модуль пов'язаний з дисциплінами «Спеціальні металургійні технології», «Структура та властивості матеріалів».

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою кредитного модуля є формування у аспірантів здатностей:

– здатність проводити критичний аналіз, оцінку і синтез нових та складних ідей (код ЗК-5);

- здатність розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження (код ЗК-7);
- здатність планувати й організувати роботу дослідницьких колективів з рішення наукових і науково-освітніх завдань (код ЗК-10);
- здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження. (код ЗК-11);
- здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу та інших методів дослідження (код ЗК-12);
- здатність працювати в міжнародному контексті (код ЗК-13);
- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в металургії і дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з металургії та суміжних галузей (код ФК-2);
- здатність узагальнювати результати сучасних досліджень структури та властивостей матеріалів для вирішення наукових і практичних проблем, на основі фундаментальних та спеціальних знань синтезувати та створювати нові матеріали заданого функціонального призначення (код ФК-5);
- здатність оцінювати властивості матеріалів на основі існуючих та спеціально розроблених моделей та методів досліджень. (код ФК-6);
- здатність визначати і оцінювати актуальність наукового напрямку та практичне значення досліджень (код ФК-10);
- здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в металургійній галузі знань для вирішення наукових і практичних проблем (код ФК-15).

2.2. Основні завдання кредитного модуля.

Згідно з вимогами освітньо-наукової програми аспіранти після засвоєння навчальної дисципліни мають продемонструвати такі результати навчання:

знання:

- передових концептуальних та методологічних знань з металургії та на межі предметних галузей, а також дослідницьких навичок для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень (код ЗН-1);
- новітніх світових досягнень науки, техніки та технологій в галузі металургія та суміжних сферах (код ЗН-5);
- сучасних методів теоретичного та експериментального дослідження властивостей матеріалів (код ЗН-6);
- закономірностей керування складом, структурою та властивостями матеріалів різної природи та функціонального призначення (код ЗН-7);
- сучасної вітчизняної та зарубіжної науково-технічної інформації в професійній сфері діяльності (код ЗН-12);
- термодинаміки та кінетики металургійних процесів (код ЗН-15).

уміння:

- використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані (код УМ-2);
- розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі металургійних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в металургії (код УМ-3);
- планувати і виконувати експериментальні дослідження з металургії та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних обладнання та методик, аналізувати результати експериментів у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми (код УМ-4);

- застосовувати аналіз та синтез знань під час вирішення проблем в широкому контексті металургійних та міждисциплінарних задач за умов невизначеності чи неповної інформації (код УМ-7);
- планувати теоретичне та експериментальне дослідження, оцінювати, адаптувати та узагальнювати його результати (код УМ-9);
- проводити економічний аналіз витрат і результативності науково-дослідних робіт та проектів (код УМ-15);
- постійно удосконалювати свій загальний інтелектуальний та професійний рівень (код УМ-18);
- генерувати нові ідеї для вирішення науково-дослідних проектів та дослідницько-конструкторських робіт (код УМ-19);
- розробляти нові методики досліджень у галузі металургії (код УМ-26);
- планувати і проводити аналітичні, імітаційні та експериментальні дослідження, критично оцінювати дані і робити висновки (код УМ-27);
- використовувати новітні методи дослідження металів і сплавів. (код УМ-32).
- використовувати новітні методи дослідження металів і сплавів. (код УМ-32).

3. Структура кредитного модуля

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні	СР аспіранта
1	2	3	4	5	6
Тема 1. Фізичні основи сучасних хімічних методів аналізу.	10	2	2		6
Тема 2. Електрохімічні методи аналізу: кондуктометрія, електрохімічне осадження, потенціометрія, полярографія.	10	2	2		6
<i>Модульна контрольна робота 1</i>	21				21
Тема 3. Основи оптичних методів спектрального аналізу (ОСА).	10	2	2		6
Тема 4. Експресний емісійний спектральний аналіз. Мобільні спектрометри.	10	2	2		6
<i>Модульна контрольна робота 2</i>	16				16
Тема 5. Фізичні основи рентгеноспектрального аналізу (РСА).	10	2	2		6
Тема 6. Спеціальні методи аналізу: Оже-спектроскопія, мас-спектроскопія, аналіз газів в металах.	10	2	2		6
<i>Модульна контрольна робота 3</i>	21				21
Тема 7. Методи дослідження структури металів. Мікроскопія і дифрактометрія.	10	2	2		6
Тема 8. Електронна мікроскопія					

1	2	3	4	5	6
просвічує і растрова.	10	2	2		6
Тема 9. Основні властивості матеріалів і їх зв'язок з хімічним складом і структурою.	10	2	2		6
<i>Модульна контрольна робота 4</i>	21				21
Підготовка до заліку	6				6
Усього годин	180	18	18		144

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СР з посиланням на літературу)
1	<p>Фізичні основи сучасних хімічних методів аналізу. Фізичні властивості розчинів. Офарбування, помутніння, зміна показника заломлення, поляризованість, люмінісценція розчинів. Електрична поляризація молекули води і електричні потенціали іонів металів і хімічних комплексів..(2 години).</p> <p>Література, основна: [1, 3] Література допоміжна: [4] Завдання на СР аспіранту : - колориметричний та фотоколориметричний методи аналізу; - закон Бугера-Бера-Ламберта;</p>
2	<p>Електрохімічні методи аналізу: кондуктометрія, електрохімічне осадження, потенціометрія, полярографія. Особливості вимірювання електропровідності розчинів. Закон Фарадея. Потенціал нейтралізації аніонів та катіонів. Формула Нерста. Якісний і кількісний полярографічний аналіз. (2 години).</p> <p>Література, основна: [2, 4] Література допоміжна: [1] Завдання на СР аспіранту : - кулонометричний метод аналізу вуглецю; - електрогравіметричний аналіз;</p>
3.	<p>Основи оптичних методів спектрального аналізу (ОСА). Емісійний і абсорбції спектральний аналіз. Атомізація збудження й іонізація металевих проб металів. Принципи просторового розкладання світла по частоті (довжині хвилі) електромагнітного випромінювання. Типи спектральних приладів. Монохроматори і поліхроматори. Методи дослідження оптичних спектрів. (2 години).</p> <p>Література, основна: [5-7] Література допоміжна: [2] Завдання на СР аспіранту : - емісійний спектрометр з індуктивно-зв'язаною плазмою; - детектори фотоелектричної реєстрації в оптичній спектрометрії;</p>
4.	<p>Експресний емісійний спектральний аналіз. Мобільні спектрометри. Сучасні можливості реєстрації та обробки оптичних спектрів. Використання математичного моделювання процесів міжатомної взаємодії в багатокомпонентних</p>

	<p>плазмових середовищах для універсалізації методик кількісного спектрального аналізу. Мініатюризація оптичних систем, джерел іскрового збудження і систем реєстрації для портативних і мобільних спектрометрів. (2 години).</p> <p>Література, основна: [5-7] Література допоміжна: [2] Завдання на СР аспіранту : <ul style="list-style-type: none"> - використання тліючого розряду в кількісному спектральному аналізі; - лазерно-іскрова емісійна спектроскопія; </p>
5.	<p>Фізичні основи рентгеноспектрального аналізу (РСА). Природа рентгенівського випромінювання. Безперервні і лінійчаті спектри. Характеристичне рентгенівське випромінювання атомів. Детектори реєстрації рентгенівських випромінювань. Газопроточні іонізаційні і сцинтиляційні лічильники. Напівпровідникові детектори. (2 години).</p> <p>Література, основна: [7, 8] Література допоміжна: [3] Завдання на СР аспіранту : <ul style="list-style-type: none"> - рентгенофлуоресцентний спектральний аналіз; - рентгенівські спектрометри з енергодисперсійним аналізатором; - мікрорентгеноспектральний аналіз; </p>
6.	<p>Спеціальні методи аналізу: Оже-спектроскопія, мас-спектроскопія, аналіз газів в металах. Електрони Оже і аналіз надтонких шарів. Аналітичні можливості мас-спектрального аналізу. Типи мас-спектрометрів. Виключно низькі межі виявлення хімічних елементів і проблеми введення проби. Методи аналізу газів у металах. Методи відновлювального плавлення для визначення азоту, кисню, водню. (2 години).</p> <p>Література, основна: [6,7] . Література допоміжна: [3] Завдання на СР аспіранту : <ul style="list-style-type: none"> - метод визначення азоту по Кьельдалю; - фізичні основи індукційної плавки у зваженому стані; </p>
7.	<p>Методи дослідження структури металів. Мікроскопія і дифрактометрія. Макро і мікроструктура. Дослідження розміру і форми зерен, текстура. Дослідження фазового складу. Типи кристалічних решіток. Оптична металографія і рентгенівська порошкова дифрактометрія. Метод Дебая-Шеррера. (2 години).</p> <p>Література, основна: [9-11] Література допоміжна: [5,6] Завдання на СР аспіранту : <ul style="list-style-type: none"> - малогабаритні настільні рентгено-дифракційні установки; - визначення орієнтування монокристала за методом Лауе; - методи рентгенівської топографії. </p>
8.	<p>Електронна мікроскопія просвічує і растрова. Поняття фізичної межі роздільної здатності в мікроскопії. Хвильова природа електронного світла. Лінзи в електронній мікроскопії. Принцип побудови просвічуючого (ПЕМ) і растрового електронного (РЕМ) мікроскопів. Особливості</p>

	<p>роздільної здатності, збільшення, контрасту, глибини поля зору для ПЕМ і РЕМ. Дослідницькі можливості ПЕМ і РЕМ. Пробопідготовка об'єктів для дослідження в ПЕМ і РЕМ. (2 години).</p> <p>Література, основна: [10-12] Література допоміжна: [6]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>приготування реплік для електронно-оптичного дослідження;</i> - <i>методи утоньшування металевих фольг для досліджень;</i>
9.	<p>Основні властивості матеріалів і їх зв'язок з хімічним складом і структурою. Електричні, магнітні, теплові властивості металів і сплавів, їх зв'язок з хімічним складом і структурою металів. Механічні властивості сплавів. Використання впливів на структуру з метою отримання металів з заданими властивостями. (2 години).</p> <p>Література, основна: [13,14] Література допоміжна: [6,7]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>хіміко-термічна обробка поверхні;</i> - <i>міждендритна ліквіація;</i>

5. Практичні заняття¹

Основним завданням циклу практичних занять є закріплення знань, що були одержані на лекційних заняттях.

№ з/п	Назва теми заняття
1.	<p><i>Практичне заняття № 1 . Визначення вуглецю в сталях на кулонометричних аналізаторах АН 7529, АН 7560.. (2 години).</i></p> <p><i>Завдання на СР аспіранта:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>вивчення принципової будови аналітичного обладнання та пристроїв, методичної частини і правил щодо експлуатації установок і допоміжних приладів за темою заняття.</i>
2.	<p><i>Практичне заняття № 2. Аналіз хімічного складу високолегованих сталей на спектроваку ДФС-51. (2 години).</i></p> <p><i>Завдання на СР аспіранта:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>вивчення принципової будови аналітичного обладнання та пристроїв, методичної частини і правил щодо експлуатації установок і допоміжних приладів за темою заняття.</i>
3.	<p><i>Практичне заняття № 3. Аналіз сірки і фосфору в низьколегованих сталях на установці Спектровак -1000 фірми Берд. (2 години).</i></p> <p><i>Завдання на СР аспіранта:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>вивчення принципової будови аналітичного обладнання та пристроїв, методичної частини і правил щодо експлуатації установок і допоміжних приладів за темою заняття.</i>
4.	<p><i>Практичне заняття № 4. Дослідження включень в металах методом</i></p>

¹ За наявності ПЗ

	<p>рентгенівського мікроаналізу в растровому електронному мікроскопі. (2 години).</p> <p><i>Завдання на СР аспіранта:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вивчення принципової будови аналітичного обладнання та пристроїв, методичної частини і правил щодо експлуатації установок і допоміжних приладів за темою заняття.
5.	<p><i>Практичне заняття № 5.</i> Аналіз вмісту азоту і кисню в титані на приладах фірми «LECO». (2 години).</p> <p><i>Завдання на СР аспіранта:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вивчення принципової будови аналітичного обладнання та пристроїв, методичної частини і правил щодо експлуатації установок і допоміжних приладів за темою заняття.
6.	<p><i>Практичне заняття № 6.</i> Аналіз мікроструктури чавуну на металографічному мікроскопі Неофот-2. (2 години).</p> <p><i>Завдання на СР аспіранта:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вивчення принципової будови аналітичного обладнання та пристроїв, методичної частини і правил щодо експлуатації установок і допоміжних приладів за темою заняття.
7.	<p><i>Практичне заняття № 7.</i> Дослідження металевої фольги в просвічує електронному мікроскопі JSM-200. (2 години).</p> <p><i>Завдання на СР аспіранта:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вивчення принципової будови аналітичного обладнання та пристроїв, методичної частини і правил щодо експлуатації установок і допоміжних приладів за темою заняття.
8.	<p><i>Практичне заняття № 8.</i> Дослідження параметрів плавки в підвішеному стані. (2 години).</p> <p><i>Завдання на СР аспіранта:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вивчення принципової будови аналітичного обладнання та пристроїв, методичної частини і правил щодо експлуатації установок і допоміжних приладів за темою заняття.
9.	<p><i>Практичне заняття № 9.</i> Дослідження параметрів плавки на плазмово-дуговій установці УПІ. (2 години).</p> <p><i>Завдання на СР аспіранта:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - вивчення принципової будови аналітичного обладнання та пристроїв, методичної частини і правил щодо експлуатації установок і допоміжних приладів за темою заняття.

6. Семінарські заняття²

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

7. Лабораторні заняття³

² За наявності СЗ

³ За наявності ЛР, КП

Лабораторні заняття навчальним планом не передбачені.

8. Самостійна робота⁴

Робочою навчальною програмою кредитного модулю «Спеціальні металургійні технології» відведено 144 годин на самостійну роботу аспіранта, яка міститься у роботі над конспектом лекцій, монографіями, підручниками, науковими періодичними виданнями, базами наукової електронної інформації при підготовці до лекцій, 9 практичних занять, 4 контрольні роботи на базі 1 модульної контрольної роботи, та при підготовці до заліку. Розрахунок годин самостійної роботи проводиться за формулою:

$$T_{\text{CP Асп.}} = 1t_{\text{Л}} + 2t_{\text{ПЗ}} + 4\text{МКР} + \text{Залік},$$

де: *Л* – лекції; *ПЗ* – практичні заняття; *МКР* – модульні контрольні роботи; Залік.

$$T_{\text{CP Асп.}} = 1 \times 18 + 2 \times 18 + 4 \times 21 + 6 = 144$$

9. Індивідуальні завдання⁵

Самостійна робота аспіранта включає підготовку до лекцій, практичних занять та контрольні роботи на базі 1 модульної контрольної роботи та екзамену. Розподілення часу на самостійну роботу наведено в додатку 1.

В самостійній роботі з дисципліни не передбачено виконання розрахункової роботи.

10. Контрольні роботи⁶

Пропонується проведення 4 контрольні роботи на базі 1 модульної контрольної роботи після вивчення окремих тем 1- 9 дисципліни. Форма і методи контролю визначаються викладачем у залежності від конкретного часу аудиторних занять та кількості аспірантів.

Метою граничних контрольних робіт є визначення ступеня засвоєння аспірантом представленого в курсі матеріалу. При цьому визначаються основні знання, вміння та навички, придбані а при вивченні аспірантами дисципліни.

1-а контрольна робота, запитання:

- фізичні властивості розчинів;
- офарбування, помутніння, зміна показника заломлення, поляризованість, люмінесценція розчинів;
- електрична поляризація молекули води;
- електричні потенціали іонів металів і хімічних комплексів; Електрохімічні методи аналізу. Особливості вимірювання електропровідності розчинів. Закон Фарадея;
- потенціал нейтралізації аніонів та катіонів. Формула Нерста;
- якісний і кількісний полярографічний аналіз.

2-а контрольна робота, запитання:

- емісійний і абсорбційний спектральний аналіз;
- атомізація збудження й іонізація металевих проб металів;

⁴ За умови виділення певної частки навчального матеріалу на самостійне вивчення.

⁵ За наявності

⁶ За наявності

- принципи просторового розкладання світла по частоті (довжині хвилі) електромагнітного випромінювання;
- типи спектральних приладів. Монохроматори і поліхроматори;
- методи дослідження оптичних спектрів.
- експресний емісійний спектральний аналіз;
- сучасні можливості реєстрації та обробки оптичних спектрів;
- мініатюризація оптичних систем, джерел іскрового збудження і систем реєстрації для портативних і мобільних спектрометрів.

3-я контрольна робота, запитання:

- природа рентгенівського випромінювання;
- безперервні і лінійчаті спектри;
- характеристичне рентгенівське випромінювання атомів;
- детектори реєстрації рентгенівських випромінювань;
- газопроточні іонізаційні і сцинтиляційні лічильники;
- напівпровідникові детектори;
- Оже-спектроскопія і аналіз надтонких шарів;
- аналітичні можливості маспектрального аналізу;
- типи маспектрометрів;
- методи аналізу газів у металах;
- методи відновлювального плавлення для визначення азоту, кисню, водню.

4-а контрольна робота, запитання:

- макро і мікроструктура;
- дослідження розміру і форми зерен, текстура;
- дослідження фазового складу;
- типи кристалічних решіток;
- оптична металографія;
- рентгенівська порошкова дифрактометрія. Метод Дебая-Шеррера;
- поняття фізичної межі роздільної здатності в мікроскопії;
- хвильова природа електронного світла;
- лінзи в електронній мікроскопії. Принцип побудови просвічуючого (ПЕМ) мікроскопа;
- принцип побудови растрового електронного (РЕМ) мікроскопа;
- дослідницькі можливості ПЕМ і РЕМ;
- пробопідготовка об'єктів для дослідження в ПЕМ і РЕМ;
- механічні, електричні, магнітні, теплові властивості металів і сплавів, їх зв'язок з хімічним складом і структурою металів;
- використання впливів на структуру з метою отримання металів з заданими властивостями.

11. Рейтингова система оцінювання результатів навчання⁷

Рейтингова система оцінювання результатів навчання наведена у додатку 1.

12. Методичні рекомендації

Робоча навчальна програма складена з урахуванням направлення підготовки фахівця. Для послідовного та повного вивчення та засвоєння матеріалу вона розбивається

на 6 основних розділів. Особливу увагу слід приділяти не тільки засвоєнню конкретних теоретичних положень, а й практичному їх використанні. При складанні заліку аспіранти на основі одержаних ними знань повинні охарактеризувати методи підвищення ефективності металургійного виробництва.

13. Рекомендована література

13.1. Базова

1. Журавлёв Л.Г., Филатов В.И. Физические методы исследования металлов и сплавов: Учебное пособие для студентов металлургических специальностей. – Челябинск: ЮУрГУ, 2004. – 157 с.
2. Ю.С.Ляликов. Физико-Химические методы анализа. Изд. Химия.М.-Л., 1984. – 560 с.
3. Канарчук В.Є., Шевченко В.І. Методи дослідження металів: Навчальний посібник. – Київ: НТУ, 2001. — 98 с.
4. Шаповалов Э.Т., Баранова Л.И., Зекцер Г.О. Электрохимические методы в металлведении и фазовом анализе. — Москва: Металлургия, 1988. – 166 с.
5. А.Н. Зайдель. Основы спектрального анализа. Изд. Наука, м., 1965. – 324 с.
6. Е.Г.Орешникова. Спектральный анализ. Изд. Высшая школа, 1982. – 375 с.
7. Ю.М.Буравлев. Атомно-эмиссионная спектрометрия металлов и сплавов. Донецк., ДонГУ, 2000. - 376 с.
8. Рентгенофлуорисцентный анализ. Под ред. Х. Эрхарда, М., Металлургия, 1985. – 436 с.
9. Кристаллография, рентгенография и электронная микроскопия. (Уманский Я.С., Скаков Ю.А., Иванов А.Н., Расторгуев Н.М.) М.:Металлургия, 1982. – 632 с.
10. Электронная микроскопия тонких кристаллов.(П.Хирш, А.Хови, Р.Николсон и др.) Пер. с англ. Под ред. Л.М.Утевского. М.: Мир, 1968. – 574.
11. Практическая растровая электронная микроскопия. /Под ред. Дж.Гоулдстейна и Х. Яковица. М.: Мир. 1978. – 656 с.
12. Варюхин В.Н., Пашинская Е.Г., Завдоев А.В. Возможности метода дифракции обратнорассеянных электронов для анализа структуры деформированных материалов. – Киев: Наукова думка, 2014. — 104 с.
13. Клименко А.П., Клименко Е.А. Магнитное превращение и структура сталей. – Днепропетровск: Пороги, 2017. — 172 с.
14. Жуковец И.И. Механические испытания металлов.– Москва: Высшая школа, 1986. – 199 с.

13.2 Література допоміжна:

1. А.Н.Зайдель. Элементарные оценки ошибок измерений. Л.. Наука: 1968. – 86 с.
2. ГОСТ 18895-97 Сталь. Метод фотоэлектрического спектрального анализа.
3. ГОСТ 28033-88 Сталь. Метод рентгенофлуорисцентного анализа
4. Лазарев А.И., Харламов И.П. Анализ металлов. Справочное издание. — М.: Металлургия, 1987. — 320 с.
5. Большаков В.И., Сухомлин Д.В., Лаухин Д.В. Атлас структур металлов и сплавов: Учебное пособие для студентов технических вузов. - Днепропетровск: ПГАСА, 2010. - 174 с.
6. Лобанов М.Л. и др. Методы исследования текстур в материалах: Учебно-методическое пособие. — Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2014. – 115 с.
7. Степин В.В., Курбатова В.И., Федорова Н.Д. Анализ черных металлов и сплавов. 3-е изд., перераб. и доп. — М.: Металлургия, 1980. — 272 с.

Рейтингова система оцінки успішності аспірантів

з кредитного модуля (дисципліни): «Методи дослідження металів і сплавів», ОНП 2/II для спеціальності: 136 - Металургія

відділ: Плазмово-шлакової металургії

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навчальний час		Розподіл навчальних годин				Контрольні заходи		
	кредити	академічних годин	Лекції	Практика	Лаб. заняття	СР аспіранта	МКР	РР	Семестрова атестація
4	6	180	18	18	-	144	1	-	Залік

Рейтинг аспіранта з дисципліни⁸ складається з балів, що він отримує на:

1. Письмове питання, що кожен аспірант отримує у кінці кожного практичного заняття (час відповіді 15 хвилин).
2. Чотирьох контрольних робіт на базі 1 модульної контрольної роботи.
3. Відповідь при проведенню Заліку.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Робота на практичних заняттях.

Ваговий бал – 2. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює $2 \cdot 9 = 18$ балів (1-2 бали - відповідь на питання, 0 балів - відсутність відповіді)

2. Модульний контроль

Ваговий бал 6. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи дорівнює $6 \cdot 4 = 24$.

Контрольна робота складається з 3 питань, що максимально оцінюються по 2 бали кожне.

«відмінно» - 6 балів;

«добре» - 4...5 балів;

«задовільно» - 3 бали;

«незадовільно» - 2 та менше балів.

3. Штрафні бали

Ї Відсутність на лекції, практичному занятті без поважної причини **-1 бал**;

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_c = 18 + 24 = 42 \text{ балів}$$

При проведенні заліку аспіранти виконують письмову контрольну роботу. Кожне завдання містить два теоретичних і одне практичне питання. Перелік питань наведено у робочій навчальній програмі. Кожне теоретичне питання оцінюється у 14 балів а практичне у 30 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 14...12 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 11...9 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 8 -7 балів;
- «незадовільно» - загалом неправильна відповідь, або її відсутність – 0 балів.

Система оцінювання практичного заняття:

- «відмінно» - повне безпомилкове розв'язування завдання – 30...25 балів;
- «добре» - повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями 24...20 балів;
- «задовільно» - завдання виконано з певними недоліками – 19...10 балів;
- «незадовільно» - завдання не виконано – 0 балів.

Сума стартових балів і балів за іспитову контрольну роботу переводиться до іспитової оцінки згідно з таблицею:

Бали $R_D = R_C + R_E$	Залікова оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не зараховано розрахункову роботу або $R_C < 20$	Не допущено

Програму розробили:

В.О. Зав. відділом

к.т.н.



(підпис)

С.Г. Григоренко

п.н.с. к.т.н.,



(підпис)

Я.П. Грицьків

с.н.с. к.т.н.



(підпис)

В.В. Якуша

м.н.с.



(підпис)

В.Б. Порохонько