

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.

СТРУКТУРА ТА ВЛАСТИВОСТІ МАТЕРІАЛІВ
шифр навчальної дисципліни за ОНП 1/II
(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

Київ – 2020 р.

Робоча програма кредитного модуля:

«Структура та властивості матеріалів»
(назва кредитного модуля)

складена відповідно до програми навчальної дисципліни

«Структура та властивості матеріалів», ОНП 1/II
(назва навчальної дисципліни та код за ОІІ)

Розробники робочої програми:

Зав. відділу плазмово-шлакової металургії Інституту
електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ
д.т.н., чл-кор., проф. Шаповалов Віктор Олександрович

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



(підпис)

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 плазмово-шлакової
металургії Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона
НАНУ

д.т.н., Біктагіров Фаріт Камілович

(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 Я.П.

(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>Структура та властивості матеріалів</u>	Лекції <u>36 год.</u>
Спеціальність <u>136 – Металургія</u> (шифр і назва)	Цикл (загальної/професійної підготовки)	Практичні (семінарські) ___ год.
Освітня програма <u>ОНП 1/П, Структура та властивості матеріалів</u> (ОПП, ОНП, назва)	Статус кредитного модуля <u>Вибірковий</u> (обов'язковий, вибірковий)	Лабораторні роботи <u>18</u> год.
		Самостійна робота 156 год., у тому числі на виконання індивідуального завдання <u>0</u> год.
	Семестр <u>3</u>	Індивідуальне завдання <u>-</u> (вид)
Форма навчання <u>Денна</u> (денна, заочна)	Кількість кредитів (годин) <u>7/210</u>	Вид та форма семестрового контролю <u>Екзамен</u> (екзамен / залік; усний / письмовий / тестування тощо)

Поліпшення експлуатаційних показників, збільшення надійності та довговічності роботи обладнання, агрегатів і машин вимагає застосування матеріалів високої якості з новими підвищеними властивостями. Розробка конкурентоспроможних технологій і процесів створення нових матеріалів базується на розумінні факторів і умов, що визначають їх структуру і впливають на їх властивості. Тому дисципліна «Структура і властивості матеріалів» відноситься до числа основоположних для спеціальностей металургійного профілю і доктор філософії з металургії, як фахівець повинен мати глибокі теоретичні знання і володіти відповідними навичками використання фундаментальних знань для їх застосування при одержанні високоякісних, з підвищеними властивостями металів та сплавів.

Даний курс має велике значення для формування майбутнього доктор філософії з металургії, розширює технологічні можливості фахівця. Кредитний модуль пов'язаний з дисциплінами «**Методи дослідження металів і сплавів**».

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 працювати в міжнародному контексті (код ЗК-13);
- здатність ініціювати інноваційні комплексні проекти в металургії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації (код ФК-1);
- 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 напрямків 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).

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
Розділ 1. Кристалічна будова металів					
Тема 1.1. Кристалічна будова і кристалічні ґратки металів.	4	2			2
Тема 1.2. Властивості кристалів, дефекти кристалічної ґратки.	4	2			2
Разом за розділом 1	8	4			4
Розділ 2. Кристалізація металів.					
Тема 2.1. Механізм процесу кристалізації, форма кристалічних утворень.	4	2			2
Тема 2.2. Будова металевого злитка. Неоднорідності сталевих злитків.	16	2		4	10
<i>Модульна контрольна робота 1</i>	10				10
Разом за розділом 2	30	4		4	22
Розділ 3. Металеві сплави.					
Тема 3.1. Метали та його різновиди.	4	2			2
Тема 3.2. Сплави заліза з вуглецем.	10	2		2	6
<i>Модульна контрольна робота 2</i>	11				11
Разом за розділом 3	25	4		2	19
Розділ 4. Термічна обробка металів.					
Тема 4.1 Теорія термічної обробки.	4	2			2

Тема 4.2 Технологія термічної обробки.	4	2			2
<i>Модульна контрольна робота 3</i>	10				11
Разом за розділом 4	19	4			15
Розділ 5. Якість і властивості матеріалів.					
Тема 5.1. Якість металів і його оцінка. Механічні, технологічні, фізичні, хімічні та експлуатаційні властивості металів і сплавів.	16	2		4	10
Разом за розділом 5	16	2		4	10
Розділ 6. Класифікація металів.					
Тема 6.1. Низько-, середньо- і високовуглецеві сталі, маркування вуглецевих сталей.	4	2			2
Тема 6.2. Леговані сталі, вплив легуючих елементів на властивості сталей.	4	2			2
Тема 6.3. Сталі різного призначення.	4	2			2
Тема 6.4. Чавуни.	4	2			2
<i>Модульна контрольна робота 4</i>	11				11
Разом за розділом 6	27	8			19
Розділ 7. Кольорові і композиційні метали.					
Тема 7.1. Алюміній, мідь і сплави на їх основі. Титан та титанові сплави.	4	2			2
Тема 7.2. Композиційні матеріали. Матеріали порошкової металургії.	4	2			2
Разом за розділом 7	8	4			4
Розділ 8. Структура і властивості металів спеціальної металургії.					
Тема 8.1. Основні процеси спеціальної металургії.	4	2			2
Тема 8.2. Якість металу спеціальної металургії.	4	2			2
Разом за розділом 8	8	4			4
Розділ 9. Дослідження структури металів і сплавів.					
Тема 9.1. Макро- та макроскопічні металографічний методи досліджень.	28	2		8	18
<i>Модульна контрольна робота 5</i>	11				11
Разом за розділом 9	39	2		8	29
Підготовка до екзамену	30				30
Усього годин	210	36		18	156

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СР з посиланням на літературу)
1	<p>Предмет та задачі курсу. Кристалічна будова і кристалічні ґратки металів. Загальні відомості про метали, атомно-кристалічна будова металів, основні типи елементарних кристалічних ґраток. Література основна: [1, 4] Література допоміжна: [1]</p> <p>Завдання на СР аспіранту : - <i>характерні властивості металів;</i> - <i>поняття про кристалографічні площини і кристалографічні напрямки.</i></p>
2	<p>Властивості кристалів, дефекти кристалічної ґратки. Поняття про ізотропію й анізотропію, точкові та лінійні дефекти кристалічних структур. Література основна: [1, 3] Література допоміжна: [1]</p> <p>Завдання на СР аспіранту : - <i>поняття про дислокації;</i> - <i>вплив дефектів кристалічної будови на властивості металів.</i></p>
3	<p>Механізм процесу кристалізації, форма кристалічних утворень. Загальні відомості про кристалізацію, вільна енергія для рідкого та твердого металу, криві охолодження, способи побудови. Види кристалів, розмір зерна. Література основна: [3, 4] Література допоміжна: [1]</p> <p>Завдання на СР аспіранту : - <i>умови формування дрібнозернистої структури;</i> - <i>поліморфізм;</i> - <i>критичні точки кристалізації і охолодження.</i></p>
4	<p>Будова металевих злитків. Неоднорідності сталевих злитків. Умови формування структури сталевих злитків. Будова злитка звичайного виробництва. Основні види дефектів і неоднорідностей сталевих злитків. Література, основна: [5] Література допоміжна: [4]</p> <p>Завдання на СР аспіранту : - <i>формування структурних зон сталевих злитків;</i> - <i>проблеми виробництва великих злитків;</i> - <i>дендритна та зональна ліквіація.</i></p>
5	<p>Сплави та його різновиди. Поняття про сплави і методи їх отримання, особливості будови, кристалізації і властивостей сплавів: механічних сумішей, твердих розчинів, хімічних сполук. Діаграма стану. Література, основна: [1, 4] . Література допоміжна: [2]</p>

	<p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - класифікація сплавів твердих розчинів; - кристалізація сплавів.
6	<p>Сплави заліза з вуглецем. Діаграма стану залізо-вуглець, компоненти і фази залізовуглецевих сплавів, критичні точки діаграми, правило фаз.</p> <p>Література, основна: [1, 2] Література допоміжна: [2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - процеси при структуроутворенні залізовуглецевих сплавів; - поняття про евтектичні та перитектичні перетворення.
7	<p>Теорія термічної обробки. Основні поняття термічної обробки. Перетворення в сталі при нагріванні. Діаграма ізотермічного перетворення аустеніту. Перетворення в сталі при охолодженні.</p> <p>Література, основна: [1, 2] Література допоміжна: [1]</p> <p>Завдання на СР аспіранту:</p> <ul style="list-style-type: none"> - мартенситне перетворення в сталі; - перетворення в загартованій сталі при відпуску.
8	<p>Технологія термічної обробки. Класифікація видів термічної обробки сталі. Відпалювання, види, застосування. Загартування, види, застосування, дефекти. Відпуск, види, застосування.</p> <p>Література, основна: [1, 2] Література допоміжна: [1]</p> <p>Завдання на СР аспіранту:</p> <ul style="list-style-type: none"> - термомеханічна обробка сталі.
9	<p>Якість металів і його оцінка. Механічні, технологічні, фізичні, хімічні та експлуатаційні властивості металів і сплавів. Механічні, технологічні, фізичні, хімічні та експлуатаційні властивості металів і сплавів.</p> <p>Література, основна: [5] Література допоміжна: [1]</p> <p>Завдання на СР аспіранту:</p> <ul style="list-style-type: none"> - основні показники міцності, пластичності і в'язкості сталі; - надійність і довговічність матеріалів і устаткування.
10	<p>Низько-, середньо- і високовуглецеві сталі, маркування вуглецевих сталей. Вплив вуглецю і домішок на властивості сталей. Вуглецеві сталі звичайної якості. Якісні вуглецеві сталі. Класифікація та маркування сталей.</p> <p>Література, основна: [1, 3, 5] Література допоміжна: [1]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p>

	- <i>сталі із спеціальними властивостями.</i>
11	<p>Леговані сталі, вплив легуючих елементів на властивості сталей. Призначення легуючих елементів в сталі. Класифікація і маркування легованих сталей. Якісні і високоякісні леговані сталі. Література, основна: [1, 3, 4] Література допоміжна: [2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту : - <i>механізм впливу легуючих елементів, що стабілізують аустеніт.</i></p>
12	<p>Сталі різного призначення. Конструкційні, інструментальні, швидкорізальні, нержавіючі, шарикопідшипникові, жароміцні сталі. Маркування сталей. Література, основна: [1, 3] Література допоміжна: [2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту : - <i>сталі із спеціальними властивостями.</i></p>
13	<p>Чавуни. Класифікація чавунів, діаграма стану залізо - графіт. Процес графітизації. Будова, властивості, класифікація і маркування сірих чавунів. Високоміцні і ковкі чавуни. Література, основна: [7] Література допоміжна: [1]</p> <p>Завдання на СР аспіранту : - <i>вплив складу чавуну на процес графітизації;</i> - <i>вплив графіту на механічні властивості виливків.</i></p>
14	<p>Алюміній, мідь і сплави на їх основі. Титан та титанові сплави. Мідь і її сплави, латуні, бронзи, призначення. Алюмінієві сплави, що деформуються сплави і не зміцнюються термічною обробкою, алюмінієві сплави, що деформуються сплави і зміцнюються термічною обробкою. Ливарні алюмінієві сплави. Титан і його сплави, маркування титанових сплавів. Література, основна: [8, 9] Література допоміжна: [5, 6]</p> <p>Завдання на СР аспіранту : - <i>області застосування титанових сплавів;</i> - <i>тугоплавкі та інші кольорові метали.</i></p>
15	<p>Композиційні матеріали. Матеріали порошкової металургії. Поняття про композиційні матеріали, види і області застосування. Можливості порошкової металургії. Конструкційні, антифрикційні, магнітні та порошкові матеріали. Література, основна: [1, 10] Література допоміжна: [6]</p> <p>Завдання на СР аспіранту : - <i>пористі порошкові матеріали.</i></p>

16	<p>Основні процеси спеціальної металургії. Особливості процесів спеціальної металургії. Електрошлаковий переплав. Електронно-променева плавка. Плазмово-дугового переплав. Вакуумно-дуговий переплав. Література, основна: [11, 12] Література допоміжна: [8, 9, 10]</p> <p>Завдання на СР аспіранту:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>рафінування металу при ЕШП, ПДП, ЕПП і ВДП;</i> - <i>джерела виділення тепла в процесах спеціальної металургії;</i> - <i>області застосування процесів спеціальної металургії.</i>
17	<p>Якість металу спеціальної металургії. Будова злитків, отриманих за допомогою переплавних процесів (ЕШП, ВДП, ПДП і ЕПП). Якість металу ЕШП, ВДП, ПДП і ЕПП. Електрошлакові технології підвищення якості злитків. Література, основна: [11, 12] Література допоміжна: [8, 9, 10]</p> <p>Завдання на СР аспіранту:</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>спеціальна металургія в виробництві сталевих злитків;</i> - <i>виробництво великих злитків з використанням електрошлакових технологій.</i>
18	<p>Макро- та макроскопічні металографічні методи досліджень. Виготовлення макро- і мікрошліфів, способи травлення. Аналіз неметалевих включень, розміру зерна, макроструктури. Література, основна: [1, 13] Література допоміжна: [11]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>відбиток за Бауманом, метод отримання;</i> - <i>дендритна структура, виявлення.</i>

5. Практичні заняття¹

Практичні заняття навчальним планом не передбачені.

6. Семінарські заняття²

Семінарські заняття навчальним планом не передбачені.

¹ За наявності ПЗ

² За наявності СЗ

7. Лабораторні заняття³

№ п.п.	Теми	Кількість годин
1	Підготовка об'єктів для металографічних досліджень.	2
2	Вивчення макро- і мікроструктури литого металу.	2
3	Аналіз фазових станів в системі залізо-вуглець.	2
4	Методи вимірювання механічних властивостей металів.	2
5	Вимірювання твердості і мікротвердості металів.	2
6	Підготовка мікрошліфів.	2
7	Хімічне травлення для виявлення макро- і мікроструктури.	2
8	Аналіз неметалічних включень.	2
9	Визначення величини зерна.	2
ВСЬОГО (год)		(18 год)

8. Самостійна робота⁴

Робочою навчальною програмою кредитного модулю «Структура та властивості матеріалів» відведено 156 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, 18 лабораторних занять, 5 контрольних робіт на базі 1 модульної контрольної роботи, та при підготовці до іспиту.

Час на самостійну роботу аспіранта складає

$$T_{\text{CPA}} = 1t_{\text{Л}} + 2t_{\text{ЛЗ}} + 5\text{МКР} + 1\text{екзамен} = \\ 1 \times 36 + 2 \times 18 + (10 + 11 + 11 + 11 + 11) + 30 \times 1 = 156$$

Примітка: Л – лекції; ЛЗ – лабораторне заняття; МКР – модульні контрольні роботи; Екзамен.

9. Індивідуальні завдання⁵

Самостійна робота аспіранта включає підготовку до лекцій, практичних занять, 5 контрольних робіт 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.

³ За наявності ЛР, КП

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

⁵ За наявності

10. Контрольні роботи⁶

Пропонується проведення 5 контрольних робіт на базі 1 модульної контрольної роботи після вивчення окремих розділів 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 знанням, вміння та навички, придбані а при вивченні аспірантами дисципліни.

1-а контрольна робота, запитання:

- параметри кристалічної ґратки;
- типи кристалічних ґраток;
- вільна енергія сплаву;
- первинна і вторинна кристалізація;
- макроструктура сталевого злитка;
- основні види неоднорідностей литого металу;
- розподіл вуглецю і сірки по висоті і перерізу сталевого злитка;
- якість металу ЄШП, ПДП, ЄПП і ВДП.

2-а контрольна робота, запитання:

- математична форма правила фаз;
- ступінь свободи системи;
- діаграма стану сплавів і їх побудова;
- визначення критичних точок;
- основні типи діаграм подвійних сплавів;
- поняття евтектика й евтектоїда;
- діаграми стану подвійних сплавів при утворенні механічної суміші., Хімічних сполук;
- діаграми стану подвійних сплавів з необмеженою й обмеженою розчинністю компонентів в твердому стані;
- класифікацію залізобуглецевих сплавів відповідно до діаграми стану залізо-вуглець,.
- характеристика структур: ферит, аустеніт, цементит, перліт, ледебурит;
- перетворення в структурі сталей і чавунів при нагріванні і охолодженні;
- принципи побудови кривих охолодження і нагріву сплавів
- структуру сталі з вмістом вуглецю 0,45% при 1000, 800 і 650 ° С;

3-я контрольна робота, запитання:

- критичні точки АС1 і АС3;
- перетворення сталі при нагріванні;
- діаграма ізотермічного розпаду аустеніту;
- перлітне перетворення при охолодженні сталі;
- мартенситне перетворення при охолодженні сталі;
- ізотермічний розпад аустеніту;
- гартування і критична швидкість загартування;
- структура вуглецевої сталі при загартуванні;
- мартенсит і його властивості;

⁶ За наявності

- тростит і сорбіт;
- відпалювання, нормалізація, відпуск;
- вплив температури відпуску на механічні властивості сталей;
- перетворення в загартованій сталі при відпуску;
- хіміко-термічна обробка, цементація, азотування.

4-а контрольна робота, запитання:

- класифікація вуглецевої сталі за призначенням;
- класифікація вуглецевої сталі за хімічним складом;
- класифікація вуглецевої сталі за якістю;
- вплив вмісту вуглецю на механічні властивості сталі;
- леговані сталі;
- карбідо- і некарбідоутворюючі легуючі елементи;
- маркування легованих сталей;
- легуючі елементи для сталей аустенітного і феритного класів;
- класифікація легованої сталі за призначенням;
- сплави на нікелевій основі;
- види чавунів;
- постійні домішки в складі чавунів;
- основні структурні складові сірих чавунів.

5-я контрольна робота, запитання:

- макроскопічні методи дослідження (метод зламів, шліфів, відбитків);
- підготовка шліфів для мікроаналізу;
- виготовлення мікрошліфів;
- способи травлення для виявлення макро- і мікроструктури;
- методика отримання відбитку за Бауманом;
- основні види неметалевих включень в сталях;
- вплив способу розкислення на морфологію неметалевих включень;
- міцність і пластичність металів;
- оцінка твердості металів.

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. Гуляев А. П. Металловедение.- М.: Metallургия, 1986. 544 с.
2. Лахтин Ю.М. Металловедение и термическая обработка металлов.- М.: Metallургия, 1984. 360 с.
3. Материаловедение/ Арзамасов Б.Н., Сидорин И.И., Косолапов Г.Ф. и др.- М.:Машиностроение, 1986. 384 с., С.175-184, 194-197,207-523.
4. Геллер Ю.А., Рахштадт А. Г. Материаловедение.- М.: Metallургия, 1986. 456с., С.328-341, 430-442.
5. Золотаревский, В.С, Механические свойства металлов / В.С. Золотаревский [и др.]. – Москва : МИСИС – 1998. – 400 с.
6. Ефимов В.А. Стальной слиток.: М.: 1961. 357с
7. Парфенов В.Д.. Структура, свойства и применение чугунов. Учебное пособие. - М.: МГУПС (МИИТ), 2016. - 53 с.
8. Хвойка И. Цветные металлы и их сплавы. – М.: Metallургиздат, 1973. – 239
9. Ильин А.А., Косачев Б.А., Полькин И.С. Титановые сплавы. ВИЛС-МАТИ, 2009, 520 с.
10. Тимофеева М.Ю., Долматов М.Ю. Композиционные материалы и их применение промышленности. М; Синтег, 2007, 287 с.
11. Латаш Ю.В., Медовар Б.И. Электрошлаковый переплав. – М.: Metallургия, 1970. – 240 с.
12. Латаш Ю.В., Матях В.Н. Современные способы производства слитков особо высокого качества. Киев, «Наукова думка», 1987, 286 с.
13. Худокормова, Р.Н. Материаловедение. Лабораторный практикум : учеб. пособие для вузов / Р.Н. Худокормова, Ф.И. Пантелеенко. – Минск : Вышэйшая школа, 1988. – 224.

13.2 Література допоміжна:

1. Адашкин А.М. и др., под редакцией Соломенцева Ю.М., Материаловедение, М., Высшая школа, 2005 .
2. Гольдштейн М.И., Грачев С.В., Векслер Ю.Г. Специальные стали. – М.: Metallургия, 1985. – 367 с.
3. Блатнер М.Е. Теория термической обработки. – М.: Metallургия, 1984. – 327 с.
4. Скобло С.Я., Казачков Е.А. Слитки для крупных поковок. – М.: Metallургия, 1973. – 247 с.
5. Сучков Д.И. Медь и ее сплавы. – М.: Metallургия, 1967. – 248 с.
6. Аношкие Н.Ф. Титановые сплавы. Металлография титановых сплавов. М. «Metallургия», 1980.
7. Коцюба А.А. Порошковые материалы для авиационной и ракетно-космической техники. Киев: КВИИ, 2016, 300 с.
8. Мовчан Б.А., Тихоновский А.А., Курапов Ю.А. Электроннолучевая плавка и рафинирование металлов и сплавов. Киев: «Наукова думка», 1973, 192 с.
9. Ключев М.М. Плазменно-дуговой переплав. М. «Metallургия», 1980.
10. Сергеев А.Б., Швед Ф.И., Тулин Н.А. Вакуумный дуговой переплав конструкционных сталей. М.: Metallургия, 1974. – 367 с.
11. Самохоцкий А.И., Кунявский М.И. Лабораторные работы по материаловедению и термической обработке металлов. М.: Машиностроение, 1981.

Рейтингова система оцінки успішності аспірантів

з кредитного модуля (дисципліни): «Структура та властивості матеріалів», ОНП 1/П 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
3	7	210	36	-	18	156	1	-	Екзамен

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. П'яти контрольних робіт на базі 1 модульної контрольної роботи.
3. Відповідь при проведенню Екзамену.

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 $6 \cdot 5 = 30$. 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.

- Штрафні бали

• 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 в робочій навчальній програмі. Кожне теоретичне питання оцінюється у 16 балів а практичне у 20 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 16...14 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 13...9 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 8 -4 балів;
- «незадовільно» - загалом неправильна відповідь, або її відсутність – 0 балів.

Система оцінювання практичного заняття:

- «відмінно» - повне безпомилкове розв'язування завдання – 20...16 балів;
- «добре» - повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями 15...10 балів;
- «задовільно» - завдання виконано з певними недоліками – 9...5 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

Склали:

Зав. відділом
д.т.н. чл-кор., проф.


(підпис)

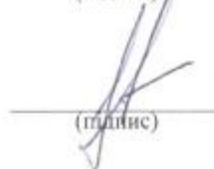
В.О. Шаповалов

В.О. Зав. відділом
к.т.н.


(підпис)

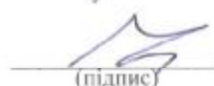
С.Г. Григоренко

п.н.с. д.т.н.


(підпис)

Ф.К. Біктагіров

п.н.с. к.т.н.


(підпис)

Я.П. Грицків