

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.

ФІЗИКА РІДКОГО СТАНУ І МЕТАЛУРГІЙНА СПАДКОВІСТЬ
(назва кредитного модуля)

шифр навчальної дисципліни за ОНП 4/І

РОБОЧА ПРОГРАМА
кредитного модуля

рівень вищої освіти доктор філософії

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 В.О. Шаповалов

Київ – 2020 р.

Робоча програма кредитного модуля

«Фізика рідкого стану і металургійна спадковість»
(назва кредитного модуля)

складена відповідно до програми навчальної дисципліни

«Фізика рідкого стану і металургійна спадковість», ОНП 4/ I
(назва навчальної дисципліни та код за ОП)

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)

Провідний науковий співробітник відділу плазмово-шлакової
металургії Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ

д.т.н., Шейко Іван Васильович

(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

к.т.н., Протоковілов Ігор Вікторович

(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. Никитенко Юрій Олександрович

(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>	<u>Фізика рідкого стану і металургійна спадковість</u>	Лекції <u>52 год.</u>
Спеціальність <u>136 – Металургія</u> (шифр і назва)	Цикл <i>професійної підготовки</i>	Практичні (семінарські) ____-____ год.
Освітня програма <u>ОНП 4/І, Фізика рідкого стану і металургійна спадковість</u> (ОПП, ОНП, назва)	Статус кредитного модуля <u>Обов'язковий</u> (обов'язковий, вибірковий)	Лабораторні роботи ____-____ год.
		Самостійна робота <u>83</u> год., у тому числі на виконання індивідуального завдання ____ <u>0</u> год.
	Семестр <u>2</u>	Індивідуальне завдання ____-____
Форма навчання <u>Денна</u> (денна, заочна)	Кількість кредитів (годин) <u>4,5/135</u>	Вид та форма семестрового контролю <u>Екзамен</u> (екзамен / залік; усний / письмовий / тестування тощо)

Ефективність металургійного виробництва визначається високою якістю продукції та її собівартістю. Якість металургійної продукції визначається багатьма процесами, а особливо переходом від рідини до твердого стану. Для створення новітніх процесів і вдосконалення існуючих необхідно чітко уявляти стан рідини і умови її переходу до твердого стану. Це найважливіша операція, яка визначає в майбутньому властивості твердого металу, застосування можливих технологій термооброблення тощо.

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 «Термодинаміка і кінетика металургійних процесів», «Основи структуроутворення металів і сплавів».

2. Мета та завдання кредитного модуля

2.1. Метою навчальної дисципліни є формування в аспірантів компетентностей:

- здатність розроблення та реалізація проектів, включаючи власні дослідження (ЗК 7);
- здатність досліджувати проблеми із використанням системного аналізу та інших методів дослідження (ЗК 12);
- 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 проводити наукові дослідження в металургійній галузі на основі сучасних теорій термодинаміки, кінетики металургійних процесів, фізики рідкого стану і структуроутворення металів і сплавів(код ФК 13);
- здатність адаптувати і узагальнювати результати сучасних досліджень в металургійній галузі знань для вирішення наукових і практичних проблем(код ФК 15).

2.2. Основні завдання навчальної дисципліни

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);

–методик аналізу та синтезу знань при вирішенні проблем у широкому контексті металургійних та міждисциплінарних задач, в тому числі за умов невизначеності чи неповної інформації (код ЗН 4);

–новітніх світових досягнень науки, техніки та технологій в галузі металургія та суміжних сферах (код ЗН 5);

–сучасної вітчизняної та зарубіжної науково-технічної інформації в професійній сфері діяльності (код ЗН 12);

–сучасних теорій, положень, методів досліджень у металургійній галузі (код ЗН 14);

–термодинаміки та кінетики металургійних процесів (код ЗН 15);

–фізики рідкого стану і металургійної спадковості (код ЗН 16);

–

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);

–застосовувати аналіз та синтез знань під час вирішення проблем у широкому контексті металургійних та міждисциплінарних задач за умов невизначеності чи неповної інформації (код УМ 7);

–постійно удосконалювати свій загальний інтелектуальний та професійний рівень (код УМ 18);

–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);

–проводити наукові дослідження на основі сучасних теорій термодинаміки, кінетики металургійних процесів, фізики рідкого стану і структуроутворення металів і сплавів (код УМ 29).

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 Властивості рідини та механізм плавлення					
Вступ.					
Тема 1.1 Співвідношення між твердим та рідким станами речовини.	3,2	2			1,2
Тема 1.2 Оцінка впливу зміни об'єму й температурних властивостей твердих і рідких тіл. Механізм плавлення.	3,2	2			1,2
Тема 1.3 Діркові й дисоціаційні схеми процесу плавлення.	3,2	2			1,2
Тема 1.4 Близький порядок у рідинах як результат «структурної дифузії» кристалічної ґратки.	3,2	2			1,2
Тема 1.5 Залежність структури рідини від вільного об'єму; теорія Кирквуда.	3,2	2			1,2
Тема 1.6 Температурна залежність твердості (модуля зсуву) кристалічної ґратки.	3	2			1
Тема 1.7 Діркова теорія рідкого стану.	3	2			1
Разом за розділом 1	22	14			8
Розділ 2 Тепловий рух у рідинах і їх механічні властивості					
Тема 2.1 Тепловий рух у простих рідинах.	3	1			1
Тема 2.2 В'язкість простої рідини.	3	1			1
Тема 2.3 Діркова теорія дифузії і в'язкості рідини.	4	2			2
Разом за розділом 2	8	4			4
Розділ 3 Поверхневі явища					
Тема 3.1 Поверхневий натяг рідини та його залежність від температури.	3,2	2			1,2
Тема 3.2 Мономолекулярні адсорбовані шари.	3,2	2			1,2
Тема 3.3 Полімолекулярні плівки (термодинамічна теорія).	3,3	2			1,3
Тема 3.4 Зведення сил зчеплення між молекулами до їх поверхневої	3,3	2			1,3

енергії і застосування цього методу до питань розподілу молекул у розчинах.					
Разом за розділом 3	13	8			5
Розділ 4 Кінетика фазових перетворень					
Тема 4.1 Термодинамічна і кінетична теорії конденсації пересиченої пари.	3,2	2			1,2
Тема 4.2 Метастабільні стани і гетерофазні флуктуації в парі поблизу точки насичення.	3,2	2			1,2
Тема 4.3 Загальна теорія гетерофазних флуктуації й перехідних явищ.	3,2	2			1,2
Тема 4.4 Роль твердих поверхонь і сторонніх колоїдних часток у процесах кавітації й конденсації.	3,2	2			1,2
Тема 4.5 Кінетика процесів кристалізації в розплавах і розчинах.	3,2	2			1,2
<i>Модульна контрольна робота 1</i>	10				10
Разом за розділом 4	26	10			16
Розділ 5 Спадковість у литих сплавах					
Тема 5.1 Вступ. Проблема спадковості в литих сплавах.	3,2	2			1,2
Тема 5.2 Спадковість у металевих сплавах	3,3	2			1,3
Тема 5.3 Сучасні моделі розплавів.	3,2	2			1,2
Тема 5.4 Механізми явища структурної спадковості (ЯСС).	3,3	2			1,3
Тема 5.5 Спеціальні способи обробки шихтових металів (ССОШМ).	3,2	2			1,2
Тема 5.6 Умови технології щодо успадкування (генезис металів).	3,3	2			1,3
Тема 5.7 Модифікування сплавів на основі (ЯСС).	3,2	2			1,2
Тема 5.8 Створення й перспективи технологій генної інженерії (ТГІ) в сплавах.	3,3	2			1,3
Разом за розділом 5	26	16			10

Підготовка до екзамену	30			30
Усього годин	135	52		83

4. Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, завдання на СР з посиланням на літературу)
1	<p>Вступ. Співвідношення між твердим та рідким станами речовини (2 години). Література основна: [1, 2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>аналіз розвитку фізики рідкого стану й металургійної спадковості;</i> - <i>прихована теплота плавлення;</i> - <i>теплоємність;</i> - <i>вплив на рідину напруг стискання і розтягування;</i> - <i>схожість з твердими тілами;</i> - <i>рідина - проміжна фаза між твердим тілом і газом;</i> - <i>ближній порядок у рідині.</i>
2	<p>Оцінка впливу зміни об'єму й температурних властивостей твердих і рідких тіл. Механізм плавлення (2 години). Література основна: [1, 2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>кількісне і якісне розходження між рідиною та твердими тілами;</i> - <i>вплив питомої обсягу і температури на властивості рідини;</i> - <i>сублімація;</i> - <i>критична температура;</i> - <i>стрибокподібна зміна ентропії при плавленні;</i> - <i>зміна текучості при переході через температуру плавлення.</i>
3.	<p>Діркові й дисоціаційні схеми процесу плавлення (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>дальній і ближній порядок;</i> - <i>порушення в кристалах дальнього порядку (дірки - вакантні вузли в кристалічній ґратці);- гістерезис при переході в системі – тверде тіло-рідина-тверде тіло;</i> - <i>теплове розширення;</i> - <i>дисоціація кристалічної решітки – перехід атомів із вузлів до міжвузля;</i> - <i>кристал –бінарний сплав атомів і дірок.</i>
4.	<p>Ближній порядок у рідинах як результат «структурної дифузії кристалічної решітки (2 години). Література основна: [1, 2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>ближній порядок;</i> - <i>коефіцієнт структурної дифузії;</i> - <i>рентгенограми рідини;</i> - <i>розпушення структури кристала при температурі плавлення;</i> - <i>тепловий рух системи, амплітуди коливань атомів;</i> - <i>лінійні й двомірні ґратки.</i>
5.	<p>Залежність структури рідини від вільного об'єму; теорія Кирквуда (2 години). Література основна: [1, 2]</p>

	<p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>рухливість, плинність рідини;</i> - <i>кінетична енергія теплового руху і потенціальна енергія сил відштовхування;- попередні зауваження щодо основних положень теорії Кирквуда, модель рідини – потужно стиснутий газ;</i> - <i>Гіббсовський закон розподілу часток по всіляких напрямках.</i>
6.	<p>Температурна залежність твердості (модуля зсуву) кристалічної решітки. Література основна: [1, 2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>теорія Борна про залежності модуля зсуву кристалічної решітки від температури;</i> - <i>аморфізація кристалічної решітки при наближенні до температури плавлення.</i>
7.	<p>Діркова теорія рідкого стану (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>поняття дірок у рідині;</i> - <i>«Атоми» або «кванти» порожнечі;</i> - <i>«Гомофазні» і «Гетерофазні» флуктуації в рідині;</i> - <i>дірки зародкових розмірів;</i> - <i>плавлення кристала– нестійкість правильного розташування часток.</i>
8.	<p>Тепловий рух у простих рідинах (1 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>гармонічні коливання часток біля положень рівноваги;</i> - <i>час коливання частки біля положення рівноваги, рухливість положень рівноваги;</i> - <i>теплоємність рідини;</i> - <i>умови прояву в'язкості рідини;</i> - <i>середня швидкість переміщення атомів рідини, коефіцієнт самодифузії.</i>
9.	<p>В'язкість простої рідини (1 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>значення коефіцієнта дифузії (самодифузії) рідини в залежності від температури;</i> - <i>вплив температури і тиску на в'язкість;</i> - <i>механізм в'язкої течії і його зв'язок з теорією релаксаційної пружності за Максвеллом. Коефіцієнт в'язкості;</i> - <i>релаксаційна теорія пружності;</i> - <i>залежність модуля зсуву від температури.</i>
10.	<p>Діркова теорія дифузії і в'язкості рідини (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>коефіцієнт дифузії різних за природою і розмірами домішок;</i> - <i>коефіцієнт самодифузії рідини.</i>
11.	<p>Поверхневий натяг рідини та його залежність від температури (2 години). Література основна: [1,2]</p>

	<p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>поверхневий натяг;</i> - <i>поверхнева енергія;</i> - <i>капілярні і релієвські хвилі.</i>
12.	<p>Мономолекулярні адсорбовані шари (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>зв'язок поверхневого натягу з рідиною, що сорбована поверхнею;</i> - <i>осмотичний тиск;</i> - <i>поверхнева дифузія.</i>
13.	<p>Полімолекулярні плівки (термодинамічна теорія) (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>поверхневий натяг між двома не змішуваними рідинами;</i> - <i>умови розтягування і скорочення плівки;</i> - <i>краплеутворення;</i> - <i>розклинюючий тиск.</i>
14.	<p>Зведення сил зчеплення між молекулами до їх поверхневої енергії і застосування цього методу до питань розподілу молекул у розчинах (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>поверхнева енергія між двома рідинами і рідиною і твердим тілом;</i> - <i>температура змішування двох рідин;</i> - <i>будова емульсійних рідин;</i> - <i>взаємна розчинність двох рідин.</i>
15.	<p>Кінетика фазових перетворень. Термодинамічна і кінетична теорії конденсації пересиченої пари (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>температура фазового переходу;</i> - <i>виникнення нової фази – зародки;</i> - <i>вплив ступеня пересичення на величину зародка;</i> - <i>зародки бульбашкового типу.</i>
16.	<p>Метастабільні стани і гетерофазні флуктуації в парі поблизу точки насичення (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>нестабільність рівноваги меж пересиченою парою і рідиною;</i> - <i>гомофазні і гетеро фазні флуктуації густини.</i>
17.	<p>Загальна теорія гетерофазних флуктуацій й перехідних явищ (2 години). Література основна: [1,2]</p>

	<p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>статистичний розподіл зародків;</i> - <i>поверхневий потенціал між зародком і оточуючою фазою;</i> - <i>статистична рівновага в двофазній системі;</i> - <i>перервний характер перетворення А в В.</i>
18.	<p>Роль твердих поверхонь і сторонніх колоїдних часток у процесах кавітації конденсації (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>теплові флуктуації;</i> - <i>явища конденсації на розчинних і не розчинних частках;</i> - <i>вплив електричного заряду на критичний розмір зародку.</i>
19.	<p>Кінетика процесів кристалізації в розплавах і розчинах (2 години). Література основна: [1,2]</p> <p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>відмінність кристалізації із газової фази від кристалізації з розчину;</i> - <i>вплив переохолодження на швидкість кристалізації;</i> - <i>вплив присутності твердих поверхонь і сторонніх часток на швидкість кристалізації;</i> - <i>залежність температури переохолодження розплаву від температури перегріву.</i>
20.	<p>Спадковість у литих сплавах (2 години.) Література основна: [1,2] Література допоміжна: [1,3] Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>проблема спадковості у литих сплавах</i> - <i>взаємозв'язок процесів у ливарному виробництві;</i> - <i>історія розвитку проблеми спадковості в сплавах.</i>
21.	<p>Спадковість у металевих сплавах (2 години). Література основна: [1,2] Література допоміжна: [2,3] Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>спадковість у сплавах чорних металів;</i> - <i>спадковість у сплавах кольорових металів.</i>
22.	<p>Сучасні моделі розплавів (2 години). Література основна: [1,2] Література допоміжна: [2,4] Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - <i>сучасні моделі розплавів;</i> - <i>зв'язок властивостей розплавів зі структурою шихтових матеріалів.</i>
23.	<p>Механізми явища структурної спадковості (ЯСС) (2 години). Література основна: [1,2] Література допоміжна: [2]</p>

	<p>Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначення успадкованих елементів структури розплавів; - основні закономірності ЯСС.
24.	<p>Спеціальні способи обробки шихтових матеріалів (ССОШМ) (2 години). Література основна: [1,2] Література допоміжна: [1, 4] Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - традиційні способи підготовки і отримання шихтових матеріалів; - класифікація ССОШМ; - рідкофазна і кристалізаційна обробка;- - твердофазна обробка ШМ; - дисперсійна і комбінована обробка.
25.	<p>Умови технології щодо успадкування (генезис металів) (2 години). Література основна: [1,2] Література допоміжна: [5] Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - вплив умов плавлення й оброблення розплаву; - вплив умов лиття й оброблення виливків.
26.	<p>Модифікування сплавів на основі (ЯСС) (2 години). Література основна: [1,2] Література допоміжна: [6, 8] Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - отримання металевих модифікаторів із дисперсною структурою; - критерії якості мікрокристалічних модифікаторів; - модифікування сплавів добавками мікрокристалічних модифікаторів (МКМ); - механізм генного модифікування.
27.	<p>Створення й перспективи технологій генної інженерії (ТГІ) в сплавах (2 години). Література основна: [1,2] Література допоміжна: [7, 8] Завдання на СР аспіранту :</p> <ul style="list-style-type: none"> - основи створення ТГІ; - новітні технології оброблення шихти й розплавів; - застосування ТГІ в кольорових і чорних сплавах; - ефективність ТГІ в металургії й машинобудуванні.

5. Практичні заняття¹

Практичні заняття навчальним планом не передбачено.

6. Семінарські заняття²

Семінарські заняття навчальним планом не передбачено.

7. Лабораторні заняття³

¹ За наявності ПЗ

² За наявності СЗ

³ За наявності ЛР, КП

Лабораторні заняття навчальним планом не передбачено.

8. Самостійна робота⁴

Робочою навчальною програмою кредитного модуля «Фізика рідкого стану і металургійна спадковість» відведено 83 годин на самостійну роботу аспіранта, яка полягає в роботі над конспектом лекцій, монографіями, підручниками, науковими періодичними виданнями, базами наукової електронної інформації при підготовці до лекцій, 1 модульної контрольної роботи та при підготовці до іспиту. Розрахунок годин самостійної роботи проводиться за формулою:

$$T_{\text{СР Асп.}} = 0,8 \times t_{\text{Л}} + 1 \times \text{МКР} + 1 \times \text{Екзамен},$$

де: L – лекції; $МКР$ – модульні контрольні роботи; Екзамен.

$$T_{\text{СР Асп.}} = 0,8 \times 52 + 1 \times 10 + 30 \times 1 = 83 \text{ годин}$$

9. Індивідуальні завдання⁵

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

У самостійній роботі з дисципліни не передбачено виконання розрахункової роботи.

10. Контрольні роботи⁶

Пропонується провести 1 контрольну роботу на базі 1 модульної контрольної роботи після вивчення окремих розділів 1- 4 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, перелік можливих запитань:

- короткий історичний аналіз розвитку фізики рідкого стану й металургійної спадковості;
- властивості рідини та механізм плавлення;
- співвідношення між твердим та рідким станами речовини;
- вплив на рідину напруг стискання і розтягування;
- рідина - проміжна фаза між твердим тілом і газом;
- ближній порядок у рідині;
- оцінка впливу зміни об'єму й температурних властивостей твердих і рідких тіл;
- механізм плавлення;
- кількісне і якісне розходження між рідиною та твердими тілами;
- стрибкоподібна зміна ентропії при плавленні;
- зміна текучості при переході через температуру плавлення;
- діркові й дисоціаційні схеми процесу плавлення;

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

⁵ За наявності

⁶ За наявності

- дальній і ближній порядок;
- порушення в кристалах дальнього порядку (дірки - вакантні вузли в кристалічній решітці);
- гістерезис при переході в системі – тверде тіло-рідина-тверде тіл;
- теплове розширення;
- дисоціація кристалічної решітки – перехід атомів із вузлів до міжвузлія;
- кристал –бінарний сплав атомів і дірок;
- ближній порядок у рідинах як результат «структурної дифузії» кристалічної решітки;
- залежність структури рідини від вільного об'єму, теорія Кирквуда;
- діркова теорія рідкого стану;
- тепловий рух у простих рідинах;
- в'язкість простої рідини;
- діркова теорія дифузії і в'язкості рідини;
- поверхневий натяг рідини та його залежність від температури;
- капілярні і релеївські хвилі;
- полімолекулярні плівки (термодинамічна теорія);
- зведення сил зчеплення між молекулами до їх поверхневої енергії і застосування цього методу до питань розподілу молекул у розчинах;
- кінетика фазових перетворень;
- термодинамічна і кінетична теорії конденсації пересиченої пари;
- метастабільні стани і гетерофазні флуктуації в парі поблизу точки насичення;
- загальна теорія гетерофазних флуктуацій й перехідних явищ;
- роль твердих поверхонь і сторонніх колоїдних часток у процесах кавітації й конденсації;
- кінетика процесів кристалізації в розплавах і розчинах;

11. Рейтингова система оцінювання результатів навчання.

Рейтингова система оцінювання результатів навчання наведена в додатку 1.

12. Методичні рекомендації

Робоча навчальна програма складена з урахуванням направлення підготовки фахівця. Для послідовного і 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. Френкель Я.И. Кинетическая теория жидкости. – Ленинградское отделение: «Наука». -1975.-592 с.
2. Крокстон К. Физика жидкого состояния. Статистическое введение. –М.: «Мир». – 1978. – 400 с.
3. Никитин В.И. Наследственность в литых сплавах: Учебное пособие по курсу лекций. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т. - Электронное издание. -2015. – 170 с.

13.2 Допоміжна:

1. Никитин В.И. Новые литейные технологии с использованием явления наследственности / В.И.Никитин // Литейное производство. – 1997. – №5. – С.12.
2. Семькин С.И. О периодичности свойств твердого и жидкого металла/И.С. Семькин // Фундаментальные и прикладные проблемы черной металлургии. – Сб.научн.тр.ИЧМ. – Вып. 15. – 2007. –С.123–124.
3. Ладьянов В.И. Структурные особенности и процессы затвердевания эвтетических аморфообразующих систем/В.И.Ладьянов // Теория и практика металлургии. - 2006.- №3-4.- С. 99-103.
4. Курганов В.А. Доменные чугуны для литейного производства/ В.А.Курганов, В.В.Лессовой, Л.А.Краузе // Литейное производство. – 1992. – №10. – С.12–14.
5. Давыдов С.В. Эффективный способ устранения «наследственности» в доменных чугунах и чугунах ваграночной плавки/С.В. Давыдов // Черные металлы. – Июнь 2003. – С.15–17.
6. Гаврилин И.В. О механизме образования жидких чугуновых сплавов и их наследственности. /И.В.Гаврилин // Литейное производство. – 1999. – №2. – С.10–12.
7. Пепель П.С. Тезисы докл. УІ междун.научно-практ. конф. «Генная инженерия в сплавах». / П.С. Пепель // Самара. - 1998. – С.11–13.
8. Рябцев И.А. Структурная наследственность в системе исходные материалы–металлический расплав–твердый металл (Обзор) / И.А. Рябцев // Автоматическая сварка. — 2006. — № 11 (643). — С. 11-16.

Рейтингова система оцінки успішності аспірантів

з кредитного модуля (дисципліни): «Фізика рідкого стану і металургійна спадковість», шифр за ОНП 4/І

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
2	4,5	135	52	-	-	83	1	-	Екзамен

Рейтинг аспіранта з дисципліни⁷ складається з балів, що він отримує за:

1. Результатами однієї контрольної роботи на базі 1 модульної контрольної роботи;
2. Відповідь при проведенню екзамену.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

1. Модульний контроль

Ваговий бал 5. Максимальна кількість балів за контрольну роботу дорівнює 20. Контрольна робота складається з 4 питань, що максимально оцінюються по 5 бали кожне.

«відмінно» - 5 балів;

«добре» - 4 балів;

«задовільно» - 3 балів;

«незадовільно» - 2 та менше балів.

2. 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:

$R_c = 20$ 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 в 25 балів, а практичне в 30 балів.

Система оцінювання теоретичних питань:

- «відмінно» - повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації) – 25...21 балів;
- «добре» - достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності) – 20...16 балів;
- «задовільно» - неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки) – 15 -10 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:

Зав. відділом

д.т.н. чл-кор., проф.


(підпис)

В.О. Шаповалов

п.н.с., д.т.н.


(підпис)

І.В. Шейко

п.н.с. к.т.н.


(підпис)

І.В. Поротоковілов

с.н.с. к.т.н.


(підпис)

Ю.О. Никитенко