



МАТЕМАТИЧНЕ ТА КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>G10 Металургія</i>
Освітня програма	<i>Комп'ютеризовані процеси лиття</i>
Статус дисципліни	Вибіркові освітні компоненти
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредити (120 годин), лекції - 30 годин, комп'ютерні практикуми - 16 годин, СРС -74)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Залік, модульна контрольна робота</i>
Розклад занять	<i>https://Rozklad.kpi.ua</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лекції: Доній О.М., професор, д.т.н., donii_oleksandr@ukr.net Комп'ютерні практикуми: Доній О.М., професор, д.т.н (067) 443-18-18 - Telegram та Viber donii_oleksandr@ukr.net</i>
Розміщення курсу	<i>https://classroom.google.com/c/Njl4MTM1Mzk4NTQ3</i>

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Значення цього курсу обумовлене необхідністю використання спеціалістами ливарниками основних положень курсу при розробці або модернізації технологічних процесів.

Метою навчальної дисципліни є формування у студентів компетентностей.

- K3.01 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- K3.02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- СК.01 Здатність виявляти та ставити проблеми в сфері металознавства, приймати ефективні рішення для їх вирішення.
- СК.02 Здатність планувати та проводити дослідження в сфері металознавства у лабораторних та виробничих умовах на відповідному рівні з використанням сучасних методів і методик експерименту.
- СК.03 Здатність розробляти нові методи і методики досліджень, базуючись на знанні методології наукового дослідження та особливості проблеми, що вирішується.
- СК.04 Здатність оцінювати та забезпечувати якість робіт, що виконуються.
- СК.06 Здатність розуміти та використовувати математичні, числові та комп'ютерні методи моделювання властивостей, явищ та процесів.

СК.13 Здатність розробляти та моделювати нові та вдосконалювати діючі технології термічної, хіміко-термічної, променевої обробок для забезпечення необхідних властивостей виробів.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі результати навчання:

- PH 1 Розуміти та застосовувати принципи системного аналізу, причинно-наслідкових зв'язків між значущими факторами та науковими і технічними рішеннями в контексті існуючих теорій.
- PH 2 Виявляти, формулювати і вирішувати матеріалознавчі проблеми і задачі.
- PH 6 Мати наукові навички у галузі інженерії для того, щоб успішно проводити наукові дослідження як під керівництвом, так і самостійно.
- PH 11 Використовувати сучасні методи для виявлення, постановки та розв'язування винахідницьких задач в галузі матеріалознавства.
- PH 13 Планувати і виконувати експериментальні матеріалознавчі дослідження, обирати відповідні обладнання та методики, здійснювати статистичну обробку і статистичний аналіз результатів експериментів, обґрунтовувати висновки.
- PH 21 Застосовувати сучасні математичні методи, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем матеріалознавства.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивченню цієї дисципліни повинно передувати глибоке засвоєння матеріалу по будові металів і сплавів, діаграм стану, фізики, хімії, математики з курсів "Теоретичні основи ливарного виробництва", "Сучасні адитивні технології", "Інноваційні технології в металургії". "Фізика", "Хімія", "Вища математика".

Основні положення математичного та комп'ютерного моделювання базу для вивчення таких профільюючих курсів, як "Наукова робота за темою магістерської дисертації", "Основи наукових досліджень" тощо.

Структурно логічну схему навчання приведено на рисунку 1.

3. Зміст навчальної дисципліни

Вступ. Задачі і методи модельних досліджень

Розділ 1. Загальні відомості про математичне моделювання

Тема 1.1. Проблемні ситуації і системний підхід при їх розв'язанні.

Тема 1.2. Типи моделей.

Тема 1.3. Чисельно-математичне моделювання

Розділ 2. Побудова детермінованих ММ

Тема 2.1. Загальна постановка задачі побудови детермінованих ММ

Тема 2.2. ММ с із зосередженими параметрами

Розділ 3. Комп'ютерний термічний аналіз (КТА)

Тема 3.1. Рівняння глобального теплового балансу для невеликої відливки - проби в термічному аналізі (ТА).

Тема 3.2. Математична модель диференціального термічного аналізу (ДТА).

Тема 3.3. Комп'ютерна система прогнозування властивостей ливарних сплавів.

Розділ 4. Побудова ідентифікаційних ММ

Тема 4.1. Загальна постановка задачі створення ідентифікаційних ММ.

Тема 4.2. Активний багатфакторний експеримент.

Тема 4.3. Багатовимірний метод найменших квадратів (МНК)

Тема 4.4. Кореляційний аналіз та покроковий регресійний аналіз.

Розділ 5. Методологічні основи оптимізації

Тема 5.1. Необхідні умови для застосування оптимізаційних методів в практиці інженера.

Тема 5.2. Методи одновимірної та багатовимірної оптимізації.

Тема 5.3. Оптимізація при наявності обмежень.

Тема 5.4. Багатокритеріальна оптимізація.

Структурно логічна схема

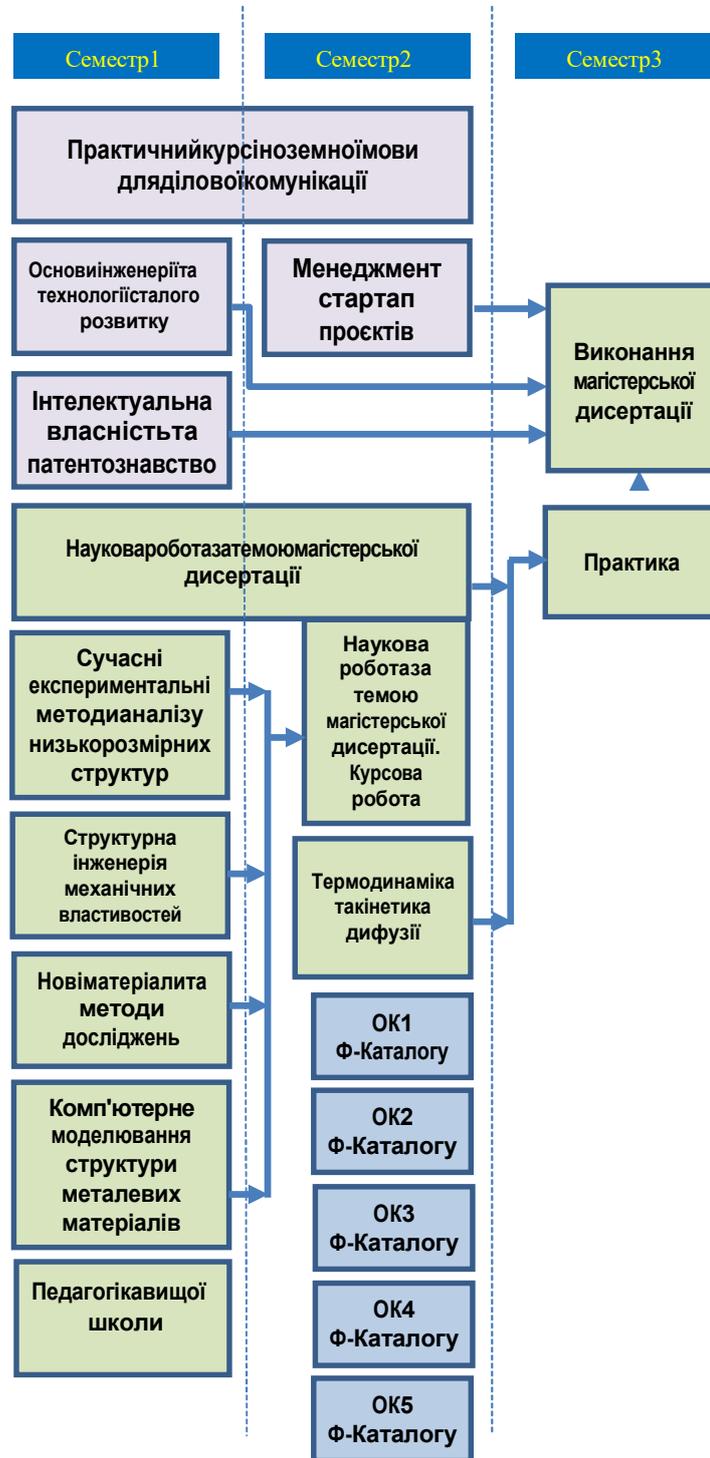


Рисунок 1 - Структурно логічна схема навчання

Розділ 6. Загальні відомості про комп'ютерне моделювання

Тема 6.1. Проблемні ситуації і системний підхід при їх розв'язанні.

Розділ 7. Імітаційне (комп'ютерне) моделювання

Тема 7.1. Основні чинники імітаційної моделі кристалізації металів і сплавів

Тема 7.2. Клітинні автомати.

Тема 7.3. Загальний алгоритм імітаційної моделі кристалізації металів і сплавів

Розділ 8. Комп'ютерний експеримент

Тема 8.1. Особливості комп'ютерного експерименту з імітаційними моделями. Налаштування імітаційної моделі кристалізації.

Тема 8.2. Комп'ютерні експерименти з чистим металом.

Тема 8.3. Комп'ютерні експерименти із бінарним сплавом.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Навчальні матеріали, які використовуються при вивченні дисципліни базуються як на сучасних підручниках та методичних посібниках, так і на спеціальній літературі та матеріалах, які опубліковані в монографіях, оглядах оригінальних статтях вітчизняних та закордонних вчених. В зв'язку з цим зміст лекцій і тематика комп'ютерних практикумів можуть змінюватись відповідно з розвитком цієї галузі науки та техніки. При викладанні лекцій передбачається використання дидактичних матеріалів у вигляді презентацій.

Навчальні матеріали, зазначені нижче, доступні у бібліотеці університету та у бібліотеці кафедри фізичного матеріалознавства та термічної обробки. Обов'язковою до вивчення є базова література, інші матеріали – факультативні. Розділи та теми, з якими студент має ознайомитись самостійно, викладач зазначає на лекційних заняттях та комп'ютерних практикумах..

Базова література

1. О.М.Доній, А.А.Кулініч, С.М. Котляр. Моделювання та оптимізація технологічних систем / Методичні вказівки. До виконання комп'ютерного практикуму для студентів спеціальності "Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів". Київ.- НТУУ «КПІ».- Політехніка. 2016. – 71 с.

2. О.М. Доній, В.В. Христенко, Ю.В. Яворський. Комп'ютерне моделювання структури металевих матеріалів. Комп'ютерний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» спец. 132 Матеріалознавство / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 153 с.

Додаткова література

3. Ю. А. Запорожець, С.В. Плашихін, О.О. Квітка. Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології. Лабораторний практикум [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.:– Електронні текстові дані (1 файл: 2 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 107 с.

4. О.М.Доній, А.А.Кулініч, С.М. Котляр, О.І. Дудка. Математичне моделювання матеріалів та оптимізація технологічних процесів в матеріалознавстві // Методичні вказівки. До виконання комп'ютерного практикуму для студентів спеціальності "Металознавство". 2016. – 102 с.

5. Л.Р.Ладієва. Методи оптимізації та пошуку оптимальних рішень / Навчальний посібник. Київ КПІ ім.. Ігоря Сікорського 2023, 73 с.

Студент має ознайомитись з цими ресурсами зважаючи на конкретні теми дисципліни.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1...3	Тема 1.1 Проблемні ситуації і системний підхід при їх розв'язанні. Задачі і методи модельних досліджень. Що являє собою модель. Моделювання як засіб пізнання. Що

	<p>являє собою математична модель (ММ).</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати переваги і недоліки моделювання як методу дослідження</p> <p>Тема 1.2 Типи моделей. Проблемні ситуації, проблема, задача. Металургійне виробництво як складна система. Системний підхід до аналізу складних систем. Основні принципи побудови ММ. Основні етапи побудови ММ. Класифікація ММ та об'єктів моделювання за їх попарно супротивними властивостями. Загальний алгоритм побудови ММ.</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати переваги і недоліки різних типів моделей</p> <p>Тема 1.3. Чисельно-математичне моделювання. Поняття чисельно-математичного моделювання. Етапи чисельно-математичного моделювання.</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати приклади чисельно-математичного моделювання при обробці результатів експерименту.</p>
4,5	<p>Тема 2.1. Загальна постановка задачі побудови детермінованих ММ. Закони фізики як основа для побудови детермінованих ММ.</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати переваги математичного моделювання як методу дослідження</p> <p>Тема 2.2. ММ с із зосередженими параметрами ММ с із зосередженими параметрами на прикладі нагріву заготовки під гартування. Адекватність ММ та урахування впливу нелінійних факторів. Побудова нелінійної числової ММ.</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати особливості ММ із зосередженими параметрами</p>
6...8	<p>Тема 3.1. Рівняння глобального теплового балансу для невеликої відливки - проби в термічному аналізі (ТА). Побудова диференційної моделі проби ТА при охолодженні (нагріванні) на основі рівняння глобального теплового балансу. Інтегральна модель проби ТА при охолодженні (нагріванні). Адекватність інтегральної моделі. Нелінійна модель проби ТА при охолодженні (нагріванні) та її чисельна (комп'ютерна) реалізація.</p> <p>Завдання на СРС: повторити фізичні закони збереження.</p> <p>Тема 3.2. Математична модель диференціального термічного аналізу (ДТА). Особливості ТА та ДТА. Рівняння глобального теплового балансу при урахуванні кристалізації. Математична модель ДТА. Визначення параметрів моделі по кривій охолодження.</p> <p>Завдання на СРС: повторити лінійний варіант МНК.</p> <p>Тема 3.3. Комп'ютерна система прогнозування властивостей ливарних сплавів. Апаратна та програмна частини комп'ютерної системи прогнозування властивостей ливарних сплавів. Алгоритми прогнозування властивостей сплавів, які застосовані в системі.</p> <p>Завдання на СРС: повторити властивості сплавів на основі алюмінію.</p>
9...12	<p>Тема 4.1. Загальна постановка задачі створення ідентифікаційних ММ. Особливості експериментів при розробці нових технологій. Багатофакторні експерименти.</p> <p>Тема 4.2. Активний багатофакторний експеримент. Нормування факторів. Матриця плану та її властивості. Розрахунок коефіцієнтів моделі та оцінка їх значущості. Адекватність моделей. Особливості ДФЕ. ДФЕ при врахуванні ефектів взаємодії. Композиційні плани. Плани Бокса-Бенкена. Симплекс-загратовані плани. Центроїдні плани.</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати приклади використання активних експериментів в різних технологічних розробках.</p> <p>Тема 4.3. Багатовимірний метод найменших квадратів (МНК). Метод най менших квадратів: лінійний варіант, степеневий базис, багатовимірний варіант.</p> <p>Завдання на СРС: опанувати висновки апроксимаційної теореми Вейєрштрассе.</p>

	<p>Тема 4.4. Кореляційний аналіз та покроковий регресійний аналіз. Коефіцієнти кореляції багатофакторних експериментів. Особливості побудови моделей з використанням покрокового регресійного аналізу.</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати приклади використання кореляційного та регресійного аналізів в різних технологічних експериментах.</p>
13...16	<p>Тема 5.1. Необхідні умови для застосування оптимізаційних методів в практиці інженера. Класичний підхід при розв'язку задач оптимізації. Застосування чисельних методів при розв'язку задач оптимізації. Класична задача оптимального об'єму заказу.</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати класичну задачу оптимізації "Оптимальний розмір заказу".</p> <p>Тема 5.2. Методи одновимірної та багатовимірної оптимізації. Необхідні умови для застосування оптимізаційних методів та структура оптимізаційних задач. Критерії оптимальності. Методи поступового наближення до екстремальної точки (методи Ньютона, хорд). Методи зменшення інтервалу невизначеності (методи загального пошуку, дихотомії, золотого перерізу). Методи поліноміальної апроксимації. Квадратична апроксимація(метод Пауела). Порівняння ефективності одновимірних методів оптимізації. Багатовимірні оптимізація (методи градієнтного спуску та конфігураційні методи, метод випадкового пошуку).</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати переваги та недоліки градієнтних та конфігураційних методів оптимізації</p> <p>Тема 5.3. Оптимізація при наявності обмежень. Метод множників Лагранжа. Метод штрафних функцій</p> <p>Завдання на СРС: навести приклади застосування задач оптимізації з обмеженнями в матеріалознавстві</p> <p>Тема 5.4. Багатокритеріальна оптимізація. Постановка задачі багато критеріальної оптимізації. Людина, яка приймає рішення (ЛПР). Зведення кількох критеріїв до одного. Метод послідовних поступок.</p>
17	<p>Тема 6.1. Проблемні ситуації і системний підхід при їх розв'язанні. Особливості моделювання складних систем. Детерміновані та стохастичні моделі. Визначення методу імітаційного моделювання та його відмінності від математичного моделювання. Етапи побудови імітаційних моделей.</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати переваги методології імітаційного моделювання</p>
18...20	<p>Тема 7.1. Основні чинники імітаційної моделі кристалізації металів і сплавів. Кристалізація металів і сплавів як складна система. Теоретичне обґрунтування основних чинників імітаційної моделі кристалізації металів і сплавів</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати різницю між методами математичного і імітаційного моделювання.</p> <p>Тема 7.2. Клітинні автомати. Типи кліткових автоматів та можливості їх застосування при моделювання процесів формування структури металевих матеріалів.</p> <p>Завдання на СРС: проаналізувати приклади використання кліткових автоматів</p> <p>Тема 7.3. Загальний алгоритм імітаційної моделі кристалізації металів і сплавів. Математичні моделі для визначення температури в системі і концентрації другого компоненту в розплаві. Математична модель діаграми стану бінарного сплаву з евтектикою. Побудова блок-схеми загального алгоритму імітаційної моделі кристалізації металів і сплавів. Числова схема розв'язку двовірних задач теплопровідності та дифузії для визначення температури розплаву і концентрації його компонентів. Інтерфейс імітаційної моделі кристалізації металів та сплавів.</p> <p>Завдання на СРС: навести основні положення кристалізації.</p>
21...23	<p>Тема 8.1. Особливості комп'ютерного експерименту з імітаційними моделями. Налаштування імітаційної моделі кристалізації. Адекватність імітаційної моделі</p>

	<p>кристалізації металів і сплавів. Методичні особливості підготовки імітаційної моделі кристалізації металів і сплавів для проведення обчислювального експерименту</p> <p>Завдання на СРС: навести приклади комбінації детермінованих і стохастичних ММ в матеріалознавстві.</p> <p>Тема 8.2. Комп'ютерні експерименти з чистим металом. Вплив швидкості охолодження при твердінні на утворення осередків твердої фази при гомогенній та гетерогенній кристалізації. Вплив модифікатора на утворення осередків твердої фази при кристалізації алюмінію.</p> <p>Завдання на СРС: навести приклади застосування моделей з використання кліткових автоматів</p> <p>Тема 8.3. Комп'ютерні експерименти із бінарним сплавом. Вплив швидкості охолодження при твердінні на утворення зародків твердої фази при кристалізації сплавів Al-Si та Al-Cu. Комп'ютерний експеримент для перевірки наявності нерівноважного стану розплаву при його кристалізації.</p> <p>Завдання на СРС: навести основні положення кристалізації сплавів (діаграми стану бінарних сплавів)</p>
24	Залік

Комп'ютерні практикуми

Основні завдання циклу комп'ютерних практикумів полягають у закріпленні основних положень лекційного курсу та набуття практичних умінь, щодо побудови математичних моделей та використання методів оптимізації.

№ з/п	Назва теми комп'ютерного практикуму (посилання на літературу та завдання на СРС)	Кількість годин
1	<p>Назва: Аналітичне і чисельне моделювання нагрівання металевого виробу.</p> <p>Мета: освоєння принципів розрахунків тривалості нагрівання металевого виробу за допомогою аналітичної математичної моделі із зосередженими параметрами та комп'ютерної програми, яка реалізує чисельний метод Ейлера розв'язування звичайних диференціальних рівнянь першого порядку.</p> <p>О.М.Доній, А.А.Кулініч, С.М. Котляр. Моделювання та оптимізація технологічних систем / Методичні вказівки. До виконання комп'ютерного практикуму для студентів спеціальності "Ливарне виробництво чорних та кольорових металів і сплавів". Київ.- НТУУ «КПІ».- Політехніка. 2016. – 71 с.</p> <p>Завдання на СРС: підготувати теоретичну частину комп'ютерного практикуму</p>	2
2	<p>Назва: Метод найменших квадратів та багатокритеріальна оптимізація методом послідовних поступок.</p> <p>Мета: освоєння багатовимірною методу найменших квадратів для створення математичних моделей на базі експериментальних даних. Опанування методики багатокритеріальної оптимізації з реалізацією її у вигляді комп'ютерної програми визначення технологічних параметрів для отримання матеріалів із заданими властивостями.</p> <p>О.М. Доній, В.В. Христенко, Ю.В. Яворський. Комп'ютерне моделювання структури металевих матеріалів. Комп'ютерний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» спец. 132 Матеріалознавство / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 153 с.</p> <p>Завдання на СРС: підготувати теоретичну частину комп'ютерного практикуму</p>	2

3	<p>Назва: Комп'ютерний експеримент для визначення впливу швидкості охолодження на утворення осередків твердої фази при гомогенній кристалізації.</p> <p>Мета: опанувати методику підготовки імітаційної моделі кристалізації металів "KRISTAL-1" для проведення комп'ютерних експериментів та дослідити вплив швидкості охолодження на утворення осередків твердої фази та структуру твердого металу при гомогенній кристалізації за допомогою комп'ютерної моделі "KRISTAL-1".</p> <p>О.М. Доній, В.В. Христенко, Ю.В. Яворський. Комп'ютерне моделювання структури металевих матеріалів. Комп'ютерний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» спец. 132 Матеріалознавство / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 153 с.</p> <p>Завдання на СРС: підготувати теоретичну частину комп'ютерного практикуму</p>	2
4	<p>Назва: Комп'ютерний експеримент для визначення впливу модифікатора на утворення осередків твердої фази при кристалізації алюмінію.</p> <p>Мета: дослідити вплив модифікатора на утворення центрів кристалізації та структуру твердого металу при різних швидкостях охолодження з допомогою комп'ютерної моделі "KRISTAL-1".</p> <p>О.М. Доній, В.В. Христенко, Ю.В. Яворський. Комп'ютерне моделювання структури металевих матеріалів. Комп'ютерний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» спец. 132 Матеріалознавство / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 153 с.</p> <p>Завдання на СРС: підготувати теоретичну частину комп'ютерного практикуму</p>	2
5	<p>Назва: Комп'ютерний експеримент для дослідження можливостей керованого впливу умов охолодження при кристалізації на формування структури твердого металу.</p> <p>Мета: дослідити можливість керованого впливу на формування структури твердіючого металу за допомогою зміни швидкості охолодження в ході кристалізації із застосуванням комп'ютерної моделі "KRISTAL-1".</p> <p>О.М. Доній, В.В. Христенко, Ю.В. Яворський. Комп'ютерне моделювання структури металевих матеріалів. Комп'ютерний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» спец. 132 Матеріалознавство / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 153 с.</p> <p>Завдання на СРС: підготувати теоретичну частину комп'ютерного практикуму</p>	4
6	<p>Назва: Вплив швидкості охолодження на утворення зародків твердої фази при кристалізації сплаву Al-Si.</p> <p>Мета: дослідити вплив швидкості охолодження на утворення центрів кристалізації та структуру сплаву Al-Si за допомогою комп'ютерної моделі "KRISTAL-2".</p> <p>О.М. Доній, В.В. Христенко, Ю.В. Яворський. Комп'ютерне моделювання структури металевих матеріалів. Комп'ютерний практикум. [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою</p>	4

	<p>«Інжиніринг та комп'ютерне моделювання в матеріалознавстві» спец. 132 Матеріалознавство / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 153 с.</p> <p>Завдання на СРС: підготувати теоретичну частину комп'ютерного практикуму</p>	
--	--	--

6. Самостійна робота студента

Вид самостійної роботи студента	Кількість годин	Норма часу на підготовку, год.	Термін часу, год.
Підготовка до лекцій та засвоєння додаткових питань	30	1,30	39
Підготовка до комп'ютерних практикумів та опрацювання результатів	16	1,25	20
Підготовка до модульної контрольної роботи (МКР)	2	2,5	5
Підготовка до заліку	5	2	10
Всього			74

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

1. Пропущене лекційне заняття необхідно продивитись за допомогою запису ZOOM, законспектувати основні положення, використовуючи матеріали розміщені викладачем в Google Classroom (за посиланням <https://classroom.google.com/c/Njl4MTM1Mzk4NTQ3>).

2. Комп'ютерні практикуми проводяться в комп'ютерному класі кафедри. У разі пропуску якогось з цих занять необхідно попередити викладача і дізнатись про шляхи відпрацювання. Допускається використання власних ноутбуків. У разі дистанційного навчання, студент повинен забезпечити себе персональним комп'ютером з доступом до інтернету.

3. У разі спізнення на пару, студенту необхідно, не заважаючи іншим, зайти в клас, зайняти своє місце. Користуватись мобільним телефоном можна тільки з дозволу викладача. Звук мобільного телефону повинен бути вимкнений. У разі важливих вхідних дзвінків необхідно спитати дозволу викладача, вийти в коридор і провести розмову там.

4. Користуватися мобільними телефонами під час складання заліку не дозволяється.

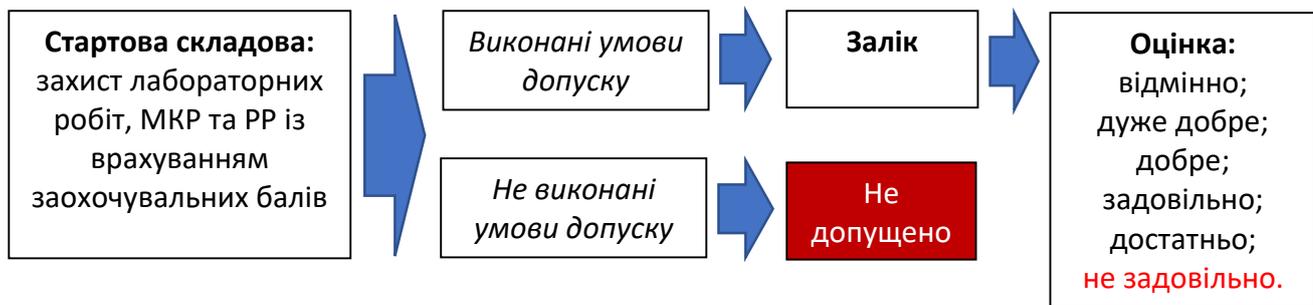
5. До заліку допускаються студенти, які виконали усі практичні завдання та здали модульну контрольну роботу.

6. Контрольні роботи та залік проводяться за правилами які викладач повинен довести до слухачів на попередньому занятті і які залежать від форми проведення навчання. До заліку допускаються студенти, які виконали усі практичні завдання та здали модульну контрольну роботу.

7. В усіх інших питаннях слухач повинен керуватися Правилами внутрішнього розпорядку КПІ ім. Ігоря Сікорського та Положенням про академічну доброчесність КПІ ім. Ігоря Сікорського.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Оцінювання результатів навчання студентів відбувається за схемою:



Контрольні заходи:

1. Поточний контроль: виконання комп'ютерних практикумів, МКР (додаток А).
2. Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог програми.
3. Семестровий контроль: залік (додаток Б).

Таблиця видів контролю та максимальної кількості балів за них.

Вид контролю	Кількість	Максимальна кількість балів на 1	Максимальна кількість балів
Виконання комп'ютерних практикумів	5	10	50
МКР	1	10	10
залік	1	40	40
Всього			100

Оцінювання виконання комп'ютерних практикумів:

Критерії	Бали
до виконаного завдання немає зауважень, дані правильні відповіді при перевірці	7...10
є не принципові зауваження до виконаного завдання та/або дані відповіді з помилками при перевірці	1...6
є принципові зауваження до виконаного завдання та/або не дані відповіді (дані неправильні) при перевірці	робота не здана

МКР Модульна контрольна робота складається із 2-х питань теоретичного характеру. За кожну правильну відповідь студент отримує 5 балів. Якщо сумарна кількість балів менше 5, то ця частина МКР вважається не зданою, при цьому бали не нараховуються. Максимально можлива оцінка за МКР складає 10 балів.

Умовою допуску до заліку є виконання всіх комп'ютерних практикумів, здана МКР та сумарний семестровий рейтинг більше 35 балів. Семестровий рейтинг можна підвищити за рахунок заохочувальних балів (максимум на 6) шляхом виконання додаткових індивідуальних завдань (видає викладач). Якщо за виконання комп'ютерних практикумів та здану МКР студент отримав 60 балів, то по узгодженню із викладачем він може отримати "залік-автомат". На заліку слухачу необхідно дати розгорнуті відповіді на 4 питання, кожне з яких оцінюється за наступними критеріями:

Критерії	Бали
правильна відповідь, можливо з несуттєвими зауваженнями, повнота відповіді більша 90%	9...10
є не принципові зауваження, повнота відповіді більша 75%	7...8
є принципові зауваження, але можна вважати що суть питання розкрита, повнота відповіді не менша 60%	1...6
суть питання не розкрита та/або повнота відповіді менша 60%	0

У випадку коли сумарна оцінка за залік менше 24 балів, залік вважається не зданим, при цьому бали не нараховуються. Для перескладання екзамену є дві додаткові спроби.

Отримані слухачем рейтингові бали переводять в університетські оцінки за шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік завдань до СРС видається студентам на початку семестру, чітко повідомляються вимоги до самостійної роботи, строки її виконання, правила оформлення, критерії рейтингового оцінювання.

Всі питання, винесені для самостійного опанування, студенти мають оформлювати у вигляді стислого конспекту. Дата здачі СРС повідомляється на початку семестру.

Бали за рейтинговою системою проставляються у Кампусі в розділі Поточний контроль, результати атестації в розділі Атестація. Екзаменаційна відомість створюється і заповнюється в Кампусі, доступ до неї існує упродовж дня екзамену (виправлення і перездача наступного дня не допускаються).

Засоби змішаного навчання. При вивченні даної дисципліни студенти повинні самостійно пройти комп'ютерне тестування для перевірки своїх знань при підготовці до модульної контрольної роботи. При вивченні даної дисципліни використовуються навчальні посібники, друкований і електронний підручник, які розміщені в classroom.google.

Спілкування з викладачем через Telegram та Viber, електронну пошту.

Перелік запитань до контрольних робіт та семестрового контролю наведено в Додатках.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: професор, д.т.н., професор, Доній Олександр Миколайович.
професор, д.т.н., доцент, Лютий Ростислав Володимирович.

Ухвалено:

кафедрою Ливарного виробництва НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 23/35 від 08 жовтня 2025 р.);

кафедрою Фізичного матеріалознавства та термічної обробки НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 23/35 від 08 жовтня 2025 р.);

Погоджено:

Методичною комісією НН ІМЗ ім. Є.О. Патона (протокол № 2 від 16 жовтня 2025 р.)

Питання МКР з дисципліни «Математичне та комп'ютерне моделювання».

1. Що являє собою модель?
2. Які моделі існують і які їх особливості?
3. Що розуміється під терміном складна система?
4. Які існують типи складних систем?
5. Назвіть та охарактеризуйте етапи побудови математичних моделей.
6. Назвіть та поясніть особливості загального алгоритму побудови математичних моделей.
7. Яким чином доводиться адекватність математичних моделей?
8. Які механізми і закони існують при передачі тепла?
9. Які математичні труднощі виникають при врахуванні в математичній моделі залежності питомої теплоємності від температури та механізму передачі тепла випромінюванням?
10. Метод Ейлера для розв'язку звичайних диференціальних рівнянь першого порядку?
11. Чому формування структури металів і сплавів при кристалізації складно піддається математичному моделюванню?
12. Чим імітаційна модель принципово відрізняється від математичної?
13. Що являє собою імітаційна модель?
14. Які основні фізичні процеси відбуваються при кристалізації металів і сплавів?
15. Що вважається "рушійною силою" кристалізації?
16. Що мають на увазі під терміном «температура кристалізації»?
17. Що мають на увазі під терміном «ступінь переохолодження»?
18. Які параметри впливають на величину переохолодження?
19. Які параметри впливають на структуру металу в твердому стані?
20. Які умови необхідні для отримання аморфного стану у металевих матеріалах?

Білет на залік з дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація технологічних процесів і матеріалів»

Білет №1

1. Що є основною ідеєю методу імітаційного моделювання.
2. Етапи побудови моделей. Комп'ютерні і математичні моделі, їх особливості і зв'язок

Білет №2

1. Обґрунтуйте переваги та недоліки імітаційного моделювання.
2. Вплив швидкості охолодження при твердінні на утворення осередків твердої фази при гомогенній та гетерогенній кристалізації.

Білет №3

1. Яким чином організують дослідження за допомогою імітаційного моделювання.
2. Назвіть та охарактеризуйте етапи побудови математичних моделей.

Білет №4

1. Як ви розумієте термін "ОБЧИСЛЮВАТЕЛЬНИЙ ЕКСПЕРИМЕНТ".
2. Назвіть та охарактеризуйте етапи побудови математичних моделей.

Білет №5

1. Обґрунтуйте переваги та недоліки обчислювального експерименту.
2. Які математичні труднощі виникають при врахуванні в математичній моделі залежності питомої теплоємності від температури та механізму передачі тепла випромінюванням?

Білет №6

1. В чому є принципова різниця між математичними моделями із зосередженими та із розподіленими параметрами.
2. Побудова диференційної моделі проби ТА при охолодженні (нагріванні) на основі рівняння глобального теплового балансу.

Білет №7

1. В чому полягає різниця між статистичними (або ймовірністними) та детермінованими (причинно-наслідковими) математичними моделями.
2. Апаратна та програмна частини комп'ютерної системи прогнозування властивостей ливарних сплавів.

Білет №8

1. Як довести адекватність математичної моделі.
2. Класифікуйте математичну модель, яка використовується в системі комп'ютерного термічного аналізу для визначення параметрів кристалізації по кривій охолодження.

Білет №9

1. Які переваги надає введення нормованих змінних (факторів) при побудові математичної моделі.
2. Як підвищують чутливість метода термічного аналізу в комп'ютерній системі визначення властивостей та управління якістю рідких металів.

Білет №10

1. Наведіть класифікацію математичної моделі.
2. Як розраховуються коефіцієнти K_1 , K_2 математичної моделі, яка використовується в комп'ютерній системі визначення властивостей та управління якістю рідких металів.

Білет №11

1. Які об'єкти моделювання можна розглядати як неперервні. Наведіть приклади.
2. В чому полягає класичний підхід до задачі пошуку екстремуму (оптимуму).

Білет №12

1. Які об'єкти моделювання можна розглядати як дискретні. Наведіть приклади.

2. В чому полягають необхідна та достатня умови існування локального мінімуму одновимірної функції $y=f(x)$.

Білет №13

1. Які математичні моделі належать до стаціонарних. Наведіть приклади.
2. В чому полягають необхідна та достатня умови існування локального максимуму одновимірної функції $y=f(x)$.

Білет №14

1. Що означає термін “ДЕКОМПОЗИЦІЯ” та коли її застосовують.
2. В чому полягають необхідна та достатня умови існування локального мінімуму багатовимірної функції $y=f(x)$.

Білет №15

1. Що є “СКЛАДНОЮ СИСТЕМОЮ” та чи є сенс розглядати металургійне виробництво як складну систему.
2. В чому полягають необхідна та достатня умови існування локального максимуму багатовимірної функції $y=f(x)$.

Білет №16

1. Що мається на увазі під терміном “ПРОБЛЕМА”.
2. Дайте визначення терміну “ЦІЛЬОВА ФУНКЦІЯ”.

Білет №17

1. Що мається на увазі під терміном “ЗАДАЧА”.
2. Дайте визначення терміну “ПРОСТІР ПРОЕКТУВАННЯ”.

Білет №18

1. Що розуміється при моделюванні як “ІДЕАЛІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖУЄМОГО ОБ’ЄКТУ”.
2. Дайте визначення терміну “ПРОЕКТНІ ПАРАМЕТРИ” або “ПАРАМЕТРИ МАТЕМАТИЧНОЇ МОДЕЛІ”.

Білет №19

1. Можливо стверджувати, що при моделюванні ми ідеалізуємо досліджуємий об’єкт. Пояснити відповідь.
2. Дайте визначення терміну “ОПТИМІЗАЦІЯ”.

Білет №20

1. У яких випадках з’являється необхідність корегування математичної моделі.
2. В якому випадку використовують числові методи пошуку екстремальної точки.

Білет №21

1. За яких умов використовують числову математичну модель.
2. Які основні принципи використовуються в ітераційних методах при пошуку екстремальної точки унімодальної одновимірної цільової функції.

Білет №22

1. Що лежить в основі методу Ейлера, який використовують для наближеного (числового) розв’язку диференціальних рівнянь першого порядку.
2. На якому принципі засновано метод Ньютона для числового рішення рівняння $f'(x) = 0$.

Білет №23

1. Які чинники впливають на величину похибки методу Ейлера, який використовують для наближеного (числового) розв’язку диференціальних рівнянь першого порядку.
2. Коли потрібно закінчувати ітераційний процес пошуку розв’язка рівняння $f'(x) = 0$ методом Ньютона.

Білет №24

1. Перелічіть основні похибки, що характерні для числових методів, які використовуються для побудови числових математичних моделей.
2. Дайте визначення терміну “АПРОКСИМАЦІЯ”.

Білет №25

1. Який принцип є основою методу квадратичної апроксимації при пошуку екстремальної точки унімодальної одновимірної цільової функції.

2. Вплив модифікатора на утворенняосередків твердої фази прикристалізації алюмінію.

Білет №26

1. Чим характеризується ефективність методів пошуку екстремальної точки, які базуються на принципі звуження інтервалу невизначеності.
2. Адекватність інтегральної моделі. Нелінійна модель проби ТА при охолодженні (нагріванні) та її чисельна (комп'ютерна) реалізація

Білет №27

1. Що називають "ІНТЕРВАЛОМ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ".
2. Особливості ТА, ДТА та КТА

Білет №28

1. В чому полягає різниця між статистичними (або ймовірностними) та детермінованими (причинно-наслідковими) математичними моделями.
2. Багатовимірний варіант методу найменших квадратів (МНК).

Білет №29

1. Як підвищують чутливість метода термічного аналізу в комп'ютерній системі визначення властивостей та управління якістю рідких металів.
2. В якому випадку використовують числові методи пошуку екстремальної точки.

Білет №30

1. Що розуміється при моделюванні як "ІДЕАЛІЗАЦІЯ ДОСЛІДЖУЄМОГО ОБ'ЄКТУ".
2. Який принцип є основною ідеєю методу "ЗОЛОТОГО ПЕРЕРІЗУ" при пошуку екстремальної точки унімодальної одновимірної цільової функції.