



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра матеріалознавства та ливарного виробництва
СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



Назва курсу	МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ВИГОТОВЛЕННЯ МАТЕРІАЛІВ
Викладач 	Микола Босій Старший викладач кафедри матеріалознавства та ливарного виробництва
Контактний тел.	+38(099) 548-12-41
E-mail:	bosiymv@ukr.net
Обсяг та ознаки дисципліни	Вибіркова дисципліна, змістових модулів – 2. Форма контролю: залік. Загальна кількість кредитів – 4, годин – 120, у т.ч. лекції – 16 годин, практичні заняття – 32 годин, самостійна робота – 72 годин. Формат: очний (offline / facetoface) / дистанційний (online). Мова викладання: українська. Рік викладання – 2025.
Консультації	Консультації проводяться відповідно до Графіку, розміщеному в інформаційному ресурсі moodle.kntu.kr.ua; у режимі відео конференцій Zoom, через електронну пошту, Viber (+380662646174) за домовленістю.
Пререквізити	Особливі вимоги відсутні / або після вивчення дисциплін: Вища математика; Фізика; Теоретичні основи теплотехніки.

1. Мета і завдання дисципліни

Метою навчальної дисципліни «Математичне моделювання технологічних процесів виготовлення матеріалів» є забезпечення здобувачів вищої освіти комплексом знань, умінь та навичок, необхідних для застосування у професійній діяльності в сфері математичного моделювання технологічних процесів виготовлення матеріалів.

Завдання дисципліни:

- формування компетентностей, важливих для особистісного розвитку фахівців та їхньої конкурентно-спроможності на сучасному ринку праці;
- надання студентам теоретичних знань та практичних навичок з таких питань, як моделювання об'єктів дослідження, побудова математичних моделей різних типів, методи оптимізації об'єктів дослідження.

Формування компетентностей (ЗК-загальних, ФК-спеціальних (фахових, предметних))

Загальні компетентності (КЗ):

- КЗ.01. Здатність до системного мислення, аналізу та синтезу.
- КЗ.02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- КЗ.03. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- КЗ.04. Здатність виявляти та вирішувати проблеми.
- КЗ.05. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- КЗ.06. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.
- КЗ.07. Здатність використання інформаційних і комунікаційних технологій
- КЗ.08. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово

Спеціальні (фахові) компетентності (ФК; КС):

- КС.01. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, фізичні і технічні методи і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних матеріалознавчих завдань.
- КС.03. Здатність ефективно використовувати технічну літературу та інші джерела інформації в галузі матеріалознавства.
- КС.09. Здатність застосовувати сучасні методи математичного та фізичного моделювання, дослідження структури, фізичних, механічних, функціональних та технологічних властивостей матеріалів для вирішення матеріалознавчих проблем.
- КС. 12. Здатність виконувати дослідницькі роботи в галузі матеріалознавства, обробляти та аналізувати результати експериментів.

2. Результати навчання

В результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен набути результати (програмні результати навчання (ПРН)):

ПРН 1. Володіти логікою та методологією наукового пізнання.

ПРН 2. Знати та вміти використовувати знання фундаментальних наук, що лежать в основі відповідної спеціалізації матеріалознавства, на рівні, необхідному для досягнення інших результатів освітньої програми.

ПРН 9. Уміти експериментувати та аналізувати дані.

ПРН 16. Знати і використовувати методи фізичного і математичного моделювання при створенні нових та удосконаленні існуючих матеріалів, технологій їх виготовлення.

ПРН 19. Обирати і застосовувати придатні типові методи досліджень (аналітичні, розрахункові, моделювання, експериментальні); правильно інтерпретувати результати таких досліджень та робити висновки.

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен:

знати:

- методи побудови математичних моделей різних типів;
- методи оптимізації технічних об'єктів дослідження.

вміти:

- будувати математичні моделі різноманітних об'єктів дослідження;
- аналізувати і використовувати на практиці математичні моделі різноманітних об'єктів дослідження, здійснювати їх оптимізацію.

набути соціальних навичок (soft-skills):

- здійснювати професійну комунікацію, ефективно пояснювати і презентувати матеріал, взаємодіяти в проектній діяльності;

3. Політика курсу та академічна доброчесність

Очікується, що здобувачі вищої освіти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

При організації освітнього процесу в Центральнотехнічному національному університеті студенти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення навчальних дисциплін вільного вибору; Положення про рубіжний контроль успішності і сесійну атестацію студентів ЦНТУ; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теоретичні та змішані моделі

Тема 1. Математичне моделювання. Теоретичні математичні моделі.

Загальні відомості про моделювання. Моделювання в науці і техніці та галузі матеріалознавства. Типи моделей. Математична модель. Типи математичних моделей. Загальні принципи побудови теоретичних математичних моделей, області їх застосування. Приклади побудови. Аналітичні і скінченно-різницеві методи розв'язання диференціальних рівнянь стосовно процесів виготовлення матеріалів. Математичні моделі процесу теплообміну між металом і формою.

Тема 2. Теоретико-статистичні математичні моделі. Принципи побудови. Методи ідентифікації. Приклади побудови математичних моделей даного класу (математичні моделі нагрівання і охолодження виливків з відповідних матеріалів у печах; математичні моделі термодинаміки виготовлення матеріалів; математичні моделі технологічних процесів виготовлення матеріалів тощо).

Тема 3. Статистичні математичні моделі. Класичний регресійний аналіз.

Тема 4. Статистичні математичні моделі. Метод найменших квадратів (метод Гауса), метод середніх, метод нівелювання відхилень.

Змістовий модуль 2. Математичне планування експерименту. Аналіз моделі.

Тема 5. Математичне планування експерименту. Проведення експерименту. Елементи матричної алгебри. Факторний експеримент, його мета і переваги в порівнянні з методом регресійного аналізу. Мінімальна кількість дослідів при повному дворівневому факторному експерименті. Фактори. Параметр оптимізації. Поліноміальна модель об'єкта дослідження. Область визначення, основний рівень та інтервал варіювання фактора. Кодування факторів. Матриця планування повного факторного експерименту і способи її побудови. Алгебраїчна форма зображення матриці. Визначення коефіцієнтів поліноміальної моделі. Дробові репліки. Система змішування коефіцієнтів. Визначальні контрасти і генеруючі співвідношення. Вибір дробової репліки. Приклади побудови дробових реплік. Реалізація плану експерименту. Калібрування приладів, підготовка дослідної установки, розрахунок кількості сировини і матеріалів. Рандомізація. Розбиття матриці типу 2^k на блоки.

Тема 6. Статистичний аналіз результатів експерименту. Середнє арифметичне значення параметра оптимізації в досліді. Дисперсія і середньоквадратичне відхилення (похибка, стандарт) параметра оптимізації в досліді. Відбраковка підозрілих значень параметра оптимізації в досліді. Таблиця значень t -критерію Ст'юдента і користування нею. Значущість різниць середніх значень параметра оптимізації в досліді. Дисперсія параметра оптимізації в експерименті.

Тема 7. Аналіз математичної моделі. Прийняття рішень після побудови моделі. Методи оптимізації об'єктів дослідження. Аналіз впливу факторів на параметр оптимізації. Визначення ролі парних і більш складних взаємодій. Адекватні і неадекватні математичні моделі. Порядок перевірки математичної моделі на адекватність. Таблиця значень F -критерію Фішера і правила користування нею. Дисперсія адекватності і її визначення. Перевірка значущості коефіцієнтів полінома. Правила прийняття рішень після побудови математичної моделі. Класичний метод похідних. Метод Гауса-Зейделя. Градієнт функції відгуку. Рух за градієнтом. Розрахунок руху за градієнтом. Симплекс-метод. Метод лінійного програмування.

5. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю: залік.

Рейтинг здобувача із засвоєння дисципліни визначається за 100 бальною шкалою, у тому числі: перший модуль – 50 балів, другий модуль – 50 балів.

Семестровий залік полягає в оцінці рівня засвоєння здобувачем вищої освіти навчального матеріалу на лекційних, практичних, семінарських або лабораторних заняттях і виконання індивідуальних завдань за стобальною та дворівневою («зараховано», «не зараховано») та шкалою ЄКТС результатів навчання.

6. Рекомендована література

1. Сабірзянов Т.Г. Математичне моделювання технологічних процесів лиття: навч. посіб. для студентів-ливарників вищих навчальних закладів III-IV рівня акредитації. Кіровоград: КНТУ, 2007. 74 с.
2. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни “Математичні моделі технологічних процесів лиття” для студентів денної та заочної форм навчання напряму підготовки 6.050502 – «Інженерна механіка» / [уклад. М. В. Босий] ; М-во освіти і науки України, Кіровоград. нац. техн. ун-т. – Кіровоград : КНТУ, 2016. 82 с. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/8678>
3. Аулін В.В., Кропивний В.М., Кузик О.В., Кропивна А.В., Босий М.В. Роль теплофізичних процесів формування структури високоміцних чавунів. *Вісник інженерної академії України*. 2017. № 3. С. 133-137. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/7453>
4. Кропивний В.М., Босий М.В., Кузик О.В., Кропивна А.В.. Термодинамічні процеси при кристалізації і формуванні ліквіації у виливках з високоміцного чавуну. *Центральноукраїнський науковий вісник: Технічні науки*. 2019. № 1(32). С. 79-86. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/9052> або http://nbuv.gov.ua/UJRN/znpkntu_2019_1_11 або DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1\(32\).79-86](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1(32).79-86)
5. Kropivnyi V.M. , Bosyi M.V., Kuzyk O.V., Kropivna A.V. Specific Distribution of Thermal Effects of Graphite Forming Reactions in High-strength Cast Iron. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2020. Вип. 3(34). С. 48-53. <http://dspace.kntu.kr.ua/jspui/handle/123456789/10426> або DOI: [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2020.3\(34\).48-53](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2020.3(34).48-53)
6. Aulin V., Bosiy M., Kropivnyi V., Kuzyk O., Kropivna A. Mathematical modeling of heat exchange processes when heating metal in a furnace. *Scientific Journal of TNTU*. 2021. Vol 104, No 4. P. 123-130. DOI: [10.33108/visnyk_tntu2021.04](https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2021.04) <https://visnyk.tntu.edu.ua/?art=649>
7. Босий М.В., Кропивний В.М., Кузик О.В., Кропивна А.В., Молокост Л.А. Математична інтерпретація теплофізичних і гідродинамічних процесів нагрівання залізобуглецевих сплавів в печах. *Неметалеві вкrapлення і гази у ливарних сплавах: збірник тез XVI Міжнар. наук.-техн. конф., 07–08 жовтня 2021р. Запоріжжя : НУ «Запорізька політехніка», 2021. 93 с.* <http://eir.zntu.edu.ua/bitstream/123456789/8111/1/Tezu.pdf>
8. Босий М.В. STEM-технології в підготовці фахівців у сфері обладнання та технологій лиття. *STEM-освіта: Науково-практичні аспекти та перспективи розвитку сучасної системи освіти: матеріали Всеукр. наук.-педагог. підв. кваліф., 18 жовтня-26 листопада 2021 р. Одеса: Видавничий дім «Гельветика», 2021. С. 27-31.* file:///C:/Users/user/Downloads/advanced_training_STEM_%D0%94%D0%B5%D0%BA%D0%B0%D0%B1%D1%80%D1%8C_2021.pdf
9. Кропивний В.М., Босий М.В., Кузик О.В., Кропивна А.В. Деякі закономірності міжфазного розподілу елементів при кристалізації високоміцного чавуну. *Литво. Металургія. 2019: матеріали XV Міжнар. наук.-практ. конф., 21 – 23 травня 2019 р. Запоріжжя: АА Тандем, 2019. С. 121-123. ISBN 978-966-488-169-9* https://nmetau.edu.ua/file/lite_metallurgiya_2019.pdf

10. Kropivniy V.M., Bosiy M.V., Kuzyk O.V., Kropivna A.V. The use of titanium as a denodularizing element in preparation of magnesium cast iron with vermicular graphite. *"Dynamics of the development of world science"*: the 2nd International scientific and practical conference (October 23-25, 2019). Perfect Publishing, Vancouver, Canada. 2019. P. 479-486.

https://sci-conf.com.ua/wp-content/uploads/2019/10/dynamics-of-the-development-of-world-science_23-25.10.19.pdf

11. Чуйко Г. П., Дворник О. В., Яремчук О. М. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. 244 с.

12. Павленко П.М. Основи математичного моделювання системи і процесів: навч. посіб. Київ: Книжкове вид-во. НАУ, 2013. 201 с.

13. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. / Павленко П.М., Філоненко С.Ф., Чередніков О.М., Третяк В.В. Київ: НАУ, 2017. 392 с.

14. Веселовський В.Б., Дреус А.Ю., Сясев А.В. Математичне моделювання та методи розрахунку теплотехнологічних процесів: навч. посіб. Дніпропетровськ: ДНУ, 2004. 248 с.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри матеріалознавства та ливарного виробництва, Протокол № 1 від «26» серпня 2025 р.