



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Інженерне моделювання технологічних процесів

Шифр та назва спеціальності

G10 – Металургія

Спеціалізація

–

Освітня програма

Металургійні процеси та системи

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Семестр

2

Інститут

ННІ Механічної інженерії та транспорту

Кафедра

Ливарного виробництва (142)

Тип дисципліни

Вибіркова

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

Акімов Олег Вікторович



Oleg.Akimov@khpі.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри ливарного виробництва НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 33 роки. Автор та співавтор понад 200 наукових та методичних публікацій. Курси: «Контроль та управління якістю відливок», «Моделювання та оптимізація металургійних процесів та оснащення» та інші.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна «Інженерне моделювання технологічних процесів» присвячена виявленню провідних тенденцій і викликів розвитку світової металургії; систематизація особливостей та наслідків становлення металургійних смарт-виробництв у світі; дослідження відмінностей упровадження «розумних» технологій і рішень у виробничій, організаційно-економічній та соціальній сферах діяльності зарубіжних металургійних підприємств; аналіз передумов та проблем смартизації галузі в Україні; визначення ключових особливостей розвитку української смарт-металургії.

Мета та цілі дисципліни

Головною метою є ознайомити здобувачів освіти з інженерним моделюванням різноманітних металургійних технологій.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Розрахункове завдання. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

- ЗК 1 Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.
- ЗК 2 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК 3 Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).
- ЗК 7 Прагнення до збереження навколишнього середовища.
- СК 1 Здатність розробляти та реалізовувати проекти в сфері металургії, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти.
- СК 4 Здатність аналізувати і вдосконалювати технологічні процеси в металургії.
- СК 6 Здатність оцінювати технічні, економічні, екологічні, безпекові та інші ризики при плануванні або впровадженні нових технологічних процесів.
- СК 7 Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження в металургії та інтерпретувати їх результати.
- СК 11 Здатність проводити пошук та аналіз науково-технічної інформації за фахом, вивчення, вітчизняного й закордонного досвіду, структурувати та використовувати в дослідницькій діяльності, зокрема з використанням комп'ютерних технологій.
- СК 12 Здатність здійснювати оптимізацію технологічних процесів з метою отримання якісної продукції.
- СК 13 Уміння здійснювати експериментальні дослідження у сфері металургійних процесів, опрацьовувати та аналізувати отримані результати, а також готувати їх до публікації.

Результати навчання

- РН 1 Розробляти технологію виробництва на основі розуміння процесів, що відбуваються, з урахуванням особливостей виробництва та визначати оптимальний режим роботи обладнання з урахуванням наявних невизначеностей та ризиків.
- РН 2 Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її, обирати оптимальні методи та здійснювати статистичний аналіз даних.
- РН 8 Пропонувати нові технічні рішення з урахуванням цілей та ресурсних обмежень, економічних, екологічних, правових та безпекових аспектів, розробляти і застосовувати нові металургійні технології.
- РН 10 Застосовувати сучасні математичні методи, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач і проблем металургії.
- РН 11. Обирати і обґрунтовувати вихідну сировину, матеріали та напівпродукти відповідно до умов металургійного виробництва за спеціалізацією з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
- РН 12. Розраховувати витратні показники сировини, матеріалів та енергії, оцінювати вплив на продуктивність агрегату та на якість кінцевого продукту вихідних параметрів з урахуванням технологічних та інших невизначеностей.
- РН 13. Забезпечувати потрібні техніко-економічні показники при керуванні складними металургійними процесами.
- РН 18. Здатність аналізувати концептуальні, математичні та комп'ютерні моделі металургійних процесів і систем, а також ефективно застосовувати їх для генерації нових знань і розробки інноваційних рішень у металургії.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Сучасні комп'ютерні технології в металургії», «Контроль та управління якістю відливками», «Моделювання та оптимізація металургійних процесів та оснащення».

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проєктний підхід до навчання, гейміфікація, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій

Кількість годин

Тема 1. Стан і тенденції розвитку світового металоринку, особливості місця України на ньому	4
Тема 2. Основні поняття: цифровізація (Digitalization), Індустрія 4.0 (Industry 4.0)	4
Тема 3. Основні поняття: смартвиробництво (Smart Manufacturing), четверта промислова революція (Fourth Industrial Revolution).	4
Тема 4. CAE моделювання металургійних технологій	4
Тема 5. Застосування інтегрованих комп'ютерних систем у моделюванні металургійних процесів	4
Тема 6. Світовий досвід розвитку та впровадження «розумних» виробництв у металургійній промисловості	4
Тема 7. Взаємовідносини між комп'ютерними системами на різних етапах життєвого циклу металургійної продукції	2
Тема 8. Використання CAD/CAM/CAE/PDM систем у металургії	2
Тема 9. Використання ШІ в реальних технологіях металургії України	2
Тема 10. Перспективи розробки й впровадження «розумних» технологій у металургійній галузі України	2
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять

Кількість годин

Вагові коефіцієнти а

Тема 1. Основні поняття: цифровізація (Digitalization), Індустрія 4.0 (Industry 4.0).	2	1
Тема 2. Основні поняття: смартвиробництво (Smart Manufacturing), четверта промислова революція (Fourth Industrial Revolution).	2	1
Тема 3. Методика та засоби CAE моделювання металургійних технологій.	4	1
Тема 4. Ознайомлення з переліком інтегрованих комп'ютерних систем для моделювання металургійних процесів.	4	1

Тема 5. Побудова комп'ютерних мереж для взаємодії між комп'ютерними системами на різних етапах життєвого циклу металургійної продукції.	2	1
Тема 6. Використання CAD/CAM/CAE/PDM систем та ШІ у металургійних технологіях.	2	1
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 6$

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Контрольні роботи з інженерного моделювання технологічних процесів

Вагові
коєфіцієнти b

Тема. Загальні тези ІКС в ливарному виробництві		1
1. Основні задач, які вирішує ІКС ливарного виробництва.		
2. Автоматизоване робоче місце оператора ІКС ЛВ		
3. Загальні характеристики програмного забезпечення ІКС ЛВ.).		
4. Дворівневі мережі в ІКС ЛВ.		
5. Галузева регіональна мережа ІКС ЛВ		
6. Ефективність застосування ІКС ЛВ		
7. Локальні обчислювальні мережі в ІКС ЛВ.		
8. Основні принципи побудови інтегрованих комп'ютерних мереж..		
9. Інформаційне забезпечення ІКС ЛВ.		
10. Бази даних та дата центри в ІКС ливарного виробництва		
11. Основні задачі, які вирішуються експертною системою в межах ІКС ЛВ.		
12. Приклади розрахункових задач в ІКС ЛВ.		
13. Параметри технологічності відливки, які застосовуються в ІКС ЛВ.		
14. Розрахунок впливу ливарних технологічних параметрів на несучу властивість відливки методом кінцевих елементів		
Тема. Впровадження сучасних CAD/CAM/CAE/PDM і СІМ систем.		1
1. Концепція «повного електронного визначення виробу»		
2. PROCAST		
3. AFS SOLIDIFICATION SYSTEM (3-D)		
4. Типи керування роботами: програмне, адаптивне, інтелектуальне.		
5. Три основних типу інструментів комп'ютерного моделювання.		
6. MAGMASOFT		
7. Три рівня САПР ТП ливарного виробництва		
8. Методи оцінки одиничних показників якості на етапі проектування..		
9. Основна проблема автоматизованого проектування.		
10. Спеціалізовані ливарні модулі «важких» САД систем.		
11. Економічний ефект від впровадження автоматизованої системи проектування.		
12. Створення автоматизованої системи підготовки та керування ливарним виробництвом.		
13. FLOW-3D./		
14. SIMTEC.		
Загалом		$\sum_{i=1}^n b_i = 2$

Самостійна робота

Для самостійної освіти з дисципліни рекомендується вивчати теоретичний матеріал, користуватися інтерактивними ресурсами та онлайн-курсами, відвідувати виставки та майстер-класи, а також активно залучатися до спільнот та форумів для обміну досвідом та отримання фідбеку від спеціалістів у галузі. Забезпечення систематичності та самодисципліни важливо для успішного розвитку та вдосконалення творчих, а надалі й практичних навичок.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. CAD початкового (першого) рівня

4

Орієнтовані на двовимірні об'єкти і побудову креслень, (AUTOCAD і Mechanical Desktop, CADdy++, VERSACAD, CadKey, Personal Designer, VISUALCADD).

Тема 2. CAD системи середнього рівня

4

SolidWorks (SolidWorks Inc.), SolidEdge (Intergraph), Cimatron (Bee- pitron). Pro/LUNIOR, PT/Modeler Engineer (Parametric Technology, PRE-LUDE DESIGN (Matra Division), Anvil Express, I-DEAS Artisan Series

Тема 3. CAD системи вищого (старшого) рівня (або "важкі CAD")

4

Unigraphics (EDS), Pro/Engineer (Parametric Technology) + CADD5 (Computervision), Catia (IBM/Dassault), Euclid (Matra Division), I/EMS (Intergraph), PE/SolidDesigner (Hewlett-Packard), а також Anvil 5000, I-DEAS Master Series, ADAMS, ALIAS, DUST-5.

Тема 4. CAE - Computer-Aided Engineering (системи автоматизованого інженерного аналізу)

4

ANSYS (ANSYS, Inc.), MSC/NASTRAN (MacNeal-Schwendler Corporation), UAI/NASTRAN (Universal Analytics Inc), HyperMesh (Altair Computing Inc.), MARC (MARC Analysis Re-search Corp.), DADS (Computer Aided Design Software, Inc.), SYSNOISE (IMS), а також COSMOS/M, PATRAN, DYNA, ABAQUS, ALGOR, ADAMS, C-MOLD, MOLDFLOW, COMET/ACOUSTICS

Тема 5. CAM - Computer Aided Manufacturing (системи автоматизованої підготовки виробництва)

4

Surfcam, Gemma-3d, T-FLEX, Edgecam, Smartcam, Cimatron 9, Virtual Gibbs, CGtech Vericut, MASTERCAM, SMARTCAM, EDGECAM, SOLIDCAM

Тема 6. PDM - системи управління виробничою інформацією

4

Pro/PDM (PTC), IMAN (EDS), Optegra (Computervision), CDM (IBM), BAAN IV (Baan), MAN-MAN/X (Computer Associates), Scala (Scala), Platinum SQL (Platinum Software), Sun Systems (Systems Union), CA-PRMS (Computer Associates)

Тема 7. "Повний електронний опис об'єкту" (EPD - Electronic Product Definition)

4

Технологія, яка забезпечує розробку і підтримку електронної інформаційної моделі впродовж всього життєвого циклу об'єкту, включаючи маркетинг, концептуальне і робоче проектування, технологічну підготовку, виробництво, експлуатацію, ремонт і утилізацію.

Тема 8. Гібридне моделювання

4

CADD5, UG/Solid Modelling, Euclid, CATIA дозволяють поєднувати каркасну, поверхневу, твердотілу геометрію і використовувати комбінації жорстко розмірного (з явним завданням геометрії) і параметричного моделювання

Тема 9. CALS Continuous Acquisition and Life-Cycle Support (безперервна інформаційна підтримка життєвого циклу виробу або продукту)

4

Технології, в основі яких лежить набір інтегрованих інформаційних моделей - самого життєвого циклу і виконуваних в його ході бізнес-процесів, продукту (виробу), виробничої і експлуатаційної середи і ін. Можливість спільного використання інформації забезпечується вживанням комп'ютерних мереж і стандартизацією форматів даних, що забезпечує їх коректну інтерпретацію.

Загальна кількість годин

36

Тематика індивідуальних завдань

Виконання розрахункового завдання передбачає завдання з моделювання різних видів литва за наведеним списком тем до мети навчальної дисципліни. Здобувач обирає конкретну тему в межах загальної тематики за погодженням з викладачем. Обсяг звіту: 8–12 сторінок основного тексту. Звіт має бути оформлений відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [3]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до екзамену.

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Підвищення конкурентоспроможності підприємства

Готовність виконати замовлення на виробництво розширеного асортименту за короткий строк з підвищеною якістю, тобто за рахунок розширення номенклатури виконуваних замовлень (включення в замовлення геометрично складних виробів).

Тема 2 Зниження часу проектування, перепроєктування на традиційну номенклатуру виробів.

За рахунок : автоматизації генерації креслярської документації; виключення етапу креслярської документації при виготовленні (сполучення верстатів з ЧПУ з САМ системами); скорочення (а потім і повне виключення) етапу доведення прес-форм для здобуття відливання із заданими властивостями (наприклад, відливання поршня із заданою вагою)

Тема 3. Підвищення якості проектування і виготовлення

За рахунок: моделювання процесу механічної обробки; моделювання збірки оснащення і виробу; моделювання процесу фазового переходу, охолодження і усадки; можливість точного опису складних геометричних поверхонь і їх автоматичної механічної обробки

Тема 4. Використання системних методів для вирішення завдання підвищення якості литва.

Істотне використання можливостей EOM, як мінімум на таких етапах «життєвого циклу» виробу як: проектування (2-й); підготовка і розробка виробничих процесів (4-й); контроль, проведення випробувань і обстеження при виробництві (6), експлуатація (9-й).

Тема 5. Сучасні програми САЕ

Аналіз може полягати в розрахунку простих фізичних характеристик: ваги деталі, центроїдів або у виконанні складніших видів досліджень, включаючи міцнісний, термічний, вібраційний, кінематичний і динамічний аналіз. Крім того, проводиться імітація таких виробничих процедур, як штампування, заливка і охолодження, екструзія і ін.

Тема 6. Предмет CALS-технологій

Концепція CALS охоплює не лише виробництво, але і всі останні етапи життєвого циклу литва. Предметом CALS-технологій є формат вистави в електронному вигляді результатів вирішення прикладних завдань, незалежно від джерел їх походження, безпека цієї електронної інформації і юридичні питання її спільного використання

Загальна кількість годин

36

Література та навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Амоша О.І., Нікіфорова В.А. Розвиток металургійної смарт промисловості в Україні: передумови, проблеми, особливості, наслідки: науково-аналітична доповідь; НАН України, Ін-т економіки пром-сті. Київ, 2019. 67 с. <https://iee.org.ua/monografiyi/rozvitok-metalurgijnoi-smart-promislovosti-v-ukraini-peredumovi-problemi-osoblivosti-naslidki/>
2. Венгер В. В., Романовська Н. І., Чижевська М. Б. Тенденції та вектори розвитку металургійної галузі України. Агросвіт. 2022. № 4. С. 37–42. DOI: 10.32702/2306-6792.2022.4.37
3. Методичні вказівки з виконання практичних занять та самостійної роботи студентів з навчальної дисципліни "Інженерне моделювання технологічних процесів" [Електронний ресурс] : для студентів другого рівня вищої освіти за спец. G10 Металургія / уклад. Акімов О. В. ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – 1-ше вид., перероб. і доп. – Електрон. текст. дані. – Харків : НТУ "ХПІ", 2025. – 38 с. URI <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/91673>
4. Lee, D., Choi, K., & Park, S. (2022). Machine learning for alloy composition prediction in titanium manufacturing. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 53(2), 178-195.
5. González, M., Fernández, L., & Ruiz, J. (2021). AI-enabled sorting systems for metallurgical recycling: Enhancing sustainability. *Materials Science and Technology*, 57(6), 789-805. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-58643-1>
6. Moreira, C. A. (2025). Digital monitoring of heavy equipment: advancing cost optimization and operational efficiency. *Brazilian Journal of Development*, 11(2), e77294. <https://doi.org/10.34117/bjdv11n2-011>
7. Delci, C. A. M. (2025). THE EFFECTIVENESS OF LAST PLANNER SYSTEM (LPS) IN INFRASTRUCTURE PROJECT MANAGEMENT. *Revista Sistemática*, 15(2), 133–139. <https://doi.org/10.56238/rcsv15n2-009>.
8. Filho, W. L. R. (2025). THE ROLE OF AI IN ENHANCING IDENTITY AND ACCESS MANAGEMENT SYSTEMS. *International Seven Journal of Multidisciplinary*, 1(2). <https://doi.org/10.56238/isevmjv1n2-011>
9. Determining rational complex modifying and alloying additives to improve the mechanical characteristics of gray cast iron Klymenko, S., Verkhovliuk, A., Sevoian, A., Akimov O., Ponomarenko, O., Penziev, P. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 2024, 6(12(132)), pp. 15–23 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85215359624&origin=resultslst>
10. New Complex Treatment to Ensure the Operational Properties of the Surface Layers of Machine Parts, Kostyk, K., Chen, X., Kostyk, V., Akimov, O., Shyrokyi, Y. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2023, pp. 284–293. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85138770252&origin=resultslst>
11. Ensuring the High Strength Characteristics of the Surface Layers of Steel Products Kostyk, K., Kostyk, V., Akimov, O., Kamchatna-Stepanova, K., Shyrokyi, Y. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2022, pp. 292–301 <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85120627938&origin=resultslst>
12. Ensuring the Technological Parameters of Cast Block Crankcase of Automobile's Diesel Engine, Akimov, O., Kostyk, K., Klymenko, S., Penzev, P., Saltykov, L. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 2021, pp. 3–11. <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85110614958&origin=resultslst>
13. Ponomarenko, O., Yevtushenko, N., Akimov, O., Vasilets, V., & Lopes, H. (2025, June). Study of the Laws of Random Fluctuations in the Parameters of Foundry Processes and the Quality of Castings. In *International Conference Innovation in Engineering* (pp. 402-411). Cham: Springer Nature Switzerland. <https://www.scopus.com/pages/publications/105008993312>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо відповідно до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль
(практичні роботи), k_1

Контрольні роботи
(за наявності), k_2

Індивідуальне
завдання
(за наявності), k_3

Підсумковий контроль
(для ОК з заліком), k_4

0,2

0,4

0,3

0,1

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4,$$

де: П – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,

I – оцінка за виконання індивідуального завдання,

K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,

Пк – оцінка за підсумковий контроль.

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за практичне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1}{\sum_{i=1}^2 b_i},$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (П, K, I, ...))

виставляються за 100-бальною шкалою згідно з [положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ»](#).

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності

НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.06.2025

Дата погодження, підпис

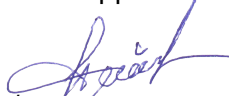


Завідувач кафедри

Ольга ПОНОМАРЕНКО

30.06.2025 Дата погодження,

Гарант ОП



підпис

Дмитро ДЬОМІН

Начало формы

