



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Інженерне моделювання технологій литва та механічних властивостей виливків

Шифр та назва спеціальності
G10 – Металургія

Інститут
ННІ Механічної інженерії та транспорту

Спеціалізація
–

Кафедра
Ливарного виробництва (142)

Освітня програма
Металургія

Тип дисципліни
Вибіркова

Рівень освіти
Третій (доктор філософії)

Форма навчання
Денна

Семестр
3

Мова викладання
Українська

Викладачі, розробники



Акімов Олег Вікторович

oleg.akimov@khpі.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри «Ливарне виробництво» НТУ «ХПІ».

Досвід роботи – 32 роки. Автор понад 225 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Сучасні технології в прикладній механіці», «Технологія глобальних і локальних мережесистем в ливарному виробництві», «Сертифікація та метрологічне забезпечення якості», «Управління якістю та сертифікація виливків», «Комп'ютерно - інтегровані методи проектування ливарних технологій та обладнання»
[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на ознайомлення з теоретичними основами інженерного аналізу та моделювання технологій литва; з принципами аналізу та розробки технологій литва і керування властивостями виливків з використанням можливостей комп'ютерних технологій

Мета та цілі дисципліни

Виробити у аспіранта здатність обґрунтування, розробки та впровадження інноваційних виробничих процесів отримання виливків та/або переробки металів і сплавів з використанням можливостей комп'ютерних технологій; впровадження сучасних комп'ютерних технологій для дослідження та випробування ливарного виробництва

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, реферат, консультації. Підсумковий контроль – екзамен.

Компетентності

ЗК01. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми металургії на основі системного наукового світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності.

СК01. Здатність ініціювати та реалізовувати інноваційні комплексні проекти в металургії та дотичні до неї міждисциплінарні проекти з урахуванням технічних, економічних, правих, екологічних та етичних аспектів, лідерство під час їх реалізації.

СК02. Здатність планувати і виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання в металургії і дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з металургії та суміжних галузей.

СК04. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері металургії, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК05. Здатність застосовувати сучасні методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень, а також методи моделювання металургійних процесів та/або обладнання для розв'язання комплексних проблем металургії.

Результати навчання

РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з металургії та на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

РН02. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми металургії державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях в провідних наукових виданнях.

РН03. Використовувати необхідні для обґрунтування висновків докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні емпіричні дані.

РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі металургійних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів в металургії.

РН05. Планувати і виконувати експериментальні дослідження з металургії та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних обладнання та методик, аналізувати результати експериментів у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

PH06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, бази даних та інформаційні системи.

PH07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми металургії з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, екологічних та правових аспектів.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредита ECTS): лекції – 30 год., практичні заняття- 10 год., самостійна робота –80 год. Курс передбачає підготовку реферату за індивідуальною темою.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: «Ресурсозберігаючі технології в ливарному виробництві», «Сучасні технології в прикладній механіці», «Технологія глобальних і локальних мережевих систем в ливарному виробництві»

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. На заняттях використовується проектний підхід до навчання, ігрові методи, акцентується увага на застосуванні інформаційних технологій в галузі сучасних методів інженерного моделювання у ливарному виробництві. Навчальні матеріали доступні аспірантам через OneNote Class Notebook.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Вступ. Значення та задачі дисципліни. Література. Методи та засоби інформаційної підтримки життєвого циклу виробів	3
Тема 2. Інженерний аналіз і віртуальне моделювання технологічних процесів. Основні методи створення геометричних моделей	3
Тема 3. Системи комп'ютерного моделювання в рішенні задач ливарних процесів	3
Тема 4. Методи кінцевого аналізу	3
Тема 5. Етапи технологічної підготовки виробництва до виготовлення нових та перспективних відливок	3
Тема 6. Основні види робіт по технологічній підготовці виробництва	3
Тема 7. Задачі експериментального виробництва по технологічній підготовці виробництва.	3
Тема 8. Вихідні дані для розробки технологічної документації. Способи представлення вихідної інформації для проектування технологічних процесів ливарних цехів.	3
Тема 9. Конструктивно технологічна оцінка виливків як об'єкта проектування технологічних процесів ливарних цехів. Формування організаційно-технологічних зв'язків процесу виготовлення виливка	3

Тема 10. Управління якістю технологічних процесів на стадії проектування.	3
Загальна кількість годин	30

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти а
Тема 1 Практична розробка схеми життєвого циклу виробу.	1	1
Тема 2. Створення геометричних 3Д моделей виливків, нанесення сітки кінцевих елементів.	2	1
Тема 3. Комп'ютерне моделювання заливки сплаву, фазового переходу та кристалізації виливка.	2	1
Тема 4. Аналіз отриманих інженерним моделюванням результатів структур виливків та прогнозованих ливарних дефектів.	1	1
Тема 5. Технологічна підготовка карт виробництва та контролю якості відливок.	1	1
Тема 6. Технічні засоби вивчення механічних властивостей ливарних сплавів та їх практичне використання.	1	1
Тема 7. Експериментальна заливка деталі, вироблення шліфів та вивчення отриманих структур сплавів.	1	1
Тема 8.	1	1
Загальна кількість годин	10	$\sum_{i=1}^n a_i = 8$

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Контрольні роботи з інженерного моделювання технологій литва та механічних властивостей виливків	Вагові коефіцієнти 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 CIM 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

Курс передбачає написання реферату за індивідуальною темою. Аспіранту також рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу.

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 Research 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

4

підготовки виробництва)

Surfcam, Gemma-3d, T-FLEX, Edgcam, Smartcam, Cimatron 9, Virtual Gibbs, CGtech Vericut, MASTERCAM, SMARTCAM, EDGE CAM, 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

CADDS 5, 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.

Тема 10. Твердотіла модель відкриває унікальні можливості для підготовки виробництва 4

П'ятикратне поліпшення в точності обробки поверхонь і в чотири - шість разів скорочений час програмування верстатів ЧПУ.

Загальна кількість годин**40****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 літературних джерелах. 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

40

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-metallurgijnoi-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=resultslist>
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=resultslist>
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=resultslist>
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=resultslist>
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>

Додаткова література

1. Дьомін Д.О. Виробничо-технологічна комплектація ливарних цехів. Довідниковий посібник.– Технологічний Центр. – Х.: Харків, 2012.
2. Федоров Г.Є., Ямшинський М.М., Фесенко А.М., Фесенко М.А. Контроль якості продукції у машинобудуванні. - Краматорськ: ДДМА, 2008. - 332 с.
3. Основи управління якістю/С.К. Фомічов, А.А. Старостін, Н.І. Скрябіна.
4. Бурумкулов Ф.Х. Контроль якості продукції машинобудування /Ф.Х. Бурумкулов, І.І. Земскова.

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, К, І, ...) 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 О 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,
підпис



Гарант ОП
Олег АКИМОВ