



Силабус освітнього компонента
Програма навчальної дисципліни



CALS - технології в машинобудуванні

Шифр та назва спеціальності

G9 – Машинобудування

Спеціалізація

П–

Освітня програма

Інженерія технологічних і логістичних систем

Рівень освіти

Другий (Магістерський 1.4 роки)

Семестр

10

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Кафедра

Технологія машинобудування та
металорізальні верстати (146)

Тип дисципліни

Вибіркова,

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Добротворський Сергій Семенович,**

sergiy.dobrotvorskyi@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри «Технологія машинобудування та металорізальні верстати» ХПІ. Досвід роботи – 38 років. Автор понад 160 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Комп'ютерно-інтегровані технології у машинобудуванні», «CALS технології у машинобудуванні», «CAM/CAE системи у машинобудуванні»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння теоретичними основами та методами вирішення проблем промислової революції «Індустрія 4.0» з позицій технології та логістики. В рамках курсу студенти отримають розуміння логістики та моделювання технологічних процесів у машинобудуванні та їх ролі для забезпечення сталого розвитку машинобудівної галузі. В ході навчання студенти отримають навички особливостей конструювання, моделювання та розрахунків сучасних CAD/CEM/CAE /CAPP..ERP системах

Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни є підготовка магістрів за спеціальністю G9 «Машинобудування». Ціллю дисципліни є виробити у студента комплексний міждисциплінарний погляд на вирішення проблем промислової революції «Індустрія 4.0». Сформувати у студентів

знання про сучасні логістичні і технологічні платформи CAD/CAM/CAE..ERP. Студент повинен вміти працювати в CAD/CAM/CAE у системі SolidWorks

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації, бесіду, дискусії, розповідь, покази, демонстрації, самостійна робота, узагальнення та класифікацію отриманої інформації та ін.. Підсумковий контроль – залік.

Компетентності

ЗК1.Здатність виявляти, ставити та вирішувати інженерно-технічні та науково-прикладні проблеми.

ЗК2.Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК3.Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК4.Здатність розробляти проекти та управляти ними.

ЗК5.Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК6.Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК7.Здатність до спілкуватися іноземною мовою

ФК1.Здатність застосовувати відповідні методи і ресурси сучасної інженерії для знаходження оптимальних рішень широкого кола інженерних задач із застосуванням сучасних підходів, методів прогнозування, інформаційних технологій та з урахуванням наявних обмежень за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК2. Здатність описати, класифікувати та змодельовати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні теорій та практик механічної інженерії, а також знаннях суміжних наук.

ФК3. Здатність до самостійної роботи і ефективного функціонування в якості керівника групи.

ФК4. Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності.

ФК5. Здатність планувати і виконувати експериментальні й теоретичні дослідження з прикладної механіки та дотичних міждисциплінарних проблем, опрацьовувати і узагальнювати результати досліджень.

Результати навчання

РН4. Використовувати сучасні методи оптимізації параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного та комп'ютерного моделювання, зокрема за умов неповної та суперечливої інформації;

РН5. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення;

РН7. Зрозуміло і недвозначно презентувати результати досліджень та проектів, доносити власні висновки, аргументи та пояснення державною та іноземною мовами усно і письмово колегам, здобувачам освіти та представникам інших професійних груп різного рівня.

РН8. Оволодівати сучасними знаннями, технологіями, інструментами і методами, зокрема через самостійне опрацювання фахової літератури, участь у науково-технічних та освітніх заходах;

РН10. Вести пошук необхідної інформації в науково-технічній літературі, електронних базах та інших джерелах, засвоювати, оцінювати та аналізувати цю інформацію

Обсяг дисципліни

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

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: " Екологія ", " Нарисна геометрія, інженерна та комп'ютерна графіка ", " Основи САПР ", " Технологічні основи машинобудування ", " Основи професійної безпеки та здоров'я людини ", " Економіка підприємства ", " Взаємозамінність, стандартизація та технічні вимірювання ",

"Комп'ютерні технології в машинобудуванні", "Автоматизоване металорізальне устаткування та робототехнічні системи у машинобудуванні", "Технологія автоматизованого машинобудівного виробництва"

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методи навчання:

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять такі як:

- навчальний проект, що концептуально полягає у «навчання через діяльність» застосовується в основному на практичних роботах (рідше на лекціях). Застосування методу передбачає надання студентам достатньо широкого набору проектів для реалізації можливості реального вибору. Слід зазначити, що проекти можуть бути як індивідуальними, так і колективними. Останні, крім іншого, сприяють освоєнню студентом колективних методів роботи. Для оволодіння проектним способом роботи студенту надаються інструкції щодо роботи над проектом (методичні вказівки). Кожен навчальний проект передбачає отримання кінцевого результату із використанням підручного матеріалу за темою роботи, результати отримання якого і стають посиланням на отримання кінцевого оцінювання. Колективне обговорення складних моментів при вирішенні поставленої задачі, формує терена колективної роботи та є позитивним досвідом, як для студента, так і для викладача.

- Метод проектів орієнтується головним чином на освоєння прийомів роботи із ГВС. Обов'язковим компонентом процесу навчання є контроль, або перевірка результатів навчання. Суть перевірки результатів навчання полягає у виявленні рівня засвоєння знань студентами, який повинен відповідати освітньому стандарту з навчальної дисципліни.

- Пояснювально-ілюстраційний метод, що передбачає використання наглядного лекційного матеріалу у вигляді таблиць, плакатів, презентацій виконаних у середовищі MS Power Point.

- Репродуктивний метод, що застосовується при виконанні практичних робіт та вирішенні типових завдань.

- Метод стимулювання та мотивації навчання є застосовним при спонуканні студентів до самостійного опрацювання матеріалів дисципліни (можливість отримання мотиваційних додаткових балів за активну роботу на заняттях, при підготовці доповідей або завчасному виконанні розрахункового завдання).

- Методи контролю та самоконтролю, що передбачають перевірку поточних знань миттєвими опитуваннями чи короткочасними тестами на початку заняття, а також планованими модульними контролюми.

Освоєння дисципліни передбачає постійний контакт викладача та студента через бесіду, лекцію, розповідь, покази, демонстрації, ЛЗ, самостійну роботу, узагальнення та класифікацію отриманої інформації та ін. Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій.

Застосовуються активні форми проведення занять.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. CAD/CAM/CAE/CAPP системи. Індустрія 4.0. Індустрія 5.0. Основні положення концепції CALS. Штучний інтелект (ШІ) у технологічних та логістичних системах.	4
Тема 2. Етапи життєвого циклу продукції. Застосування CALS-технологій на промислових підприємствах. Інформаційне середовище життєвого циклу виробів.	4

Тема 3.Інтегроване інформаційне середовище підприємства . Цифровізація технологічних і логістичних систем підприємств машинобудування	4
Тема 4. Програма SolidWorks . Можливості, інтерфейс, створення 3д моделей та креслень.	4
Тема 5. Програма SolidWorks CAM. Можливості, інтерфейс, створення CNC програм для обладнання з чпк. G та M коди.	4
Тема 6. Програма SolidWorks Simulation. Інженерні розрахунки напружень и деформацій у виробах машинобудування. FEM метод.	4
Тема 7. Програма SolidWorks Flow Simulation. Інженерні розрахунки поведінки рідин і газів у виробах машинобудування. CFD метод.	4
Тема 8. Логістика. CAPP-ERP системи. Штучний інтелект у технологічних та логістичних системах.	4
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Створення 3D моделей у SolidWorks	4	2
Тема 2. Створення CNC програм у SolidWorks CAM	4	2
Тема. 3. CAE моделювання процесів силових навантажень, напружень, деформацій , власних коливань, гидродинамічних процесів.	4	2
Тема 4. Штучний інтелект у технологічних і логістичних системах. Методика використання чатів. Створення у чатах програм на мовах Java і Python для вирішення завдань машинобудування. Правила етики використання ШІ.	4	2
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 8$

Контрольні роботи

Комплексний тест з CALS технологій у машинобудуванні	Вагові коефіцієнти b
Тема. Використання CAD/CAM/CAE систем для вирішення інженерних задач	1
Питання охоплюють роботу з CAD/CAM/CAE системами.	
Загальна кількість годин	$\sum_{i=1}^n b_i = 1$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (реферат).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Основи CAD/CAM/CAE систем	6
Тема 2. Основи життєвого циклу продукції.	6
Тема 3. Основи роботи у програмі SolidWorks	6
Тема 4. Основи роботи у програмі SolidWorks CAM	6
Тема 5. Основи роботи у Програма SolidWorks Simulation.	6
Тема 6. Основи роботи з чатами. ChatGPT, DeepSeek Створення запитів. Створення комп'ютерних програм.	6
Загальна кількість годин	36

Тематика індивідуальних завдань

Реферат передбачає виконання індивідуального звіту, розкривати обрану тематику, демонструвати вміння аналізувати інформацію та оформлювати текстові документи відповідно 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 [2]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів і подається на перевірку до заліку.

Цифрові технології в професійній діяльності інженера

Тема 1. CAD системи
Тема 2. CAM системи
Тема 3. CAE системи
Тема 4. ERP системи
Тема 5. CAPP системи
Тема 6. Системи штучного інтелекту
Загальна кількість годин
36

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Python: Структури даних . <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/python-data-structures/>
2. Штучний інтелект у бізнесі. <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/artificial-intelligence-business/>
3. Транспортне моделювання та аналіз політики. <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/transport-modeling-and-policy-analysis/>
4. Програмування на Java: Програмне забезпечення. <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/java-programming-software-development/>

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Кодекс етики академічних взаємовідносин та доброчесності Національного Технічного Університету «Харківський Політехнічний Інститут» СУЯ ХПІ-ВЗЯОД-МР/10.1:2023.
<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/wp-content/uploads/sites/43/2024/04/Kodeks-etyky-akademichnyh-vzayemovidnosyn-ta-dobrochesnosti-Natsionalnogo-tehnichnogo-universytetu-Harkivskiy-politehnicznyj-institut-.pdf>
 2. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025.
<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2025/06/STZVO-HPI-3.01-2025-2.pdf>
- «Основна література»
3. Моделювання процесів обробки металів різанням: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков, Ю. В. Петраков, О. І. Драчев – Харків: НТУ «ХПІ», 2021. – 145 с.
 4. В. Б. Струтинський, Н. Р. Веселовська. Технологія моделювання динамічних процесів та систем. Монографія. – Вінниця: О. Власюк, 2007. – 466 с.
 5. Гнучкі виробничі системи: навчальний посібник для студентів напрямку 131 / – Прикладна механіка / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков, О. М. Шелковой – 2-е вид. перероблене та доповнене. Харків: «Діса плюс», 2021. – 284 с.
 6. Пуховський Є. С., Малафєєв Ю. М. Проектування гнучких виробничих систем машинобудування / Навч. посібник. Частина I – К.: НТУУ «КПІ», 2017. – 286 с. – Бібліогр.: с. 277.
 7. Руденко П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні / П. О. Руденко. – К.: Вища шк., 2003. – 420 с.
 8. Крикавський Є. В. Логістичні системи: [навч. посібник] / Крикавський Є. В., Чорнописька Н. В. – Львів: Вид-во Нац. ун-ту «Львівська політехніка», 2009. – 264 с.
- Василевський М. Системи забезпечення ланцюгів поставок у машинобудуванні: монографія / М. Василевський. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2011. – 312 с.

«Додаткова література»

1. <https://www.solidworks.com/>
 2. <https://www.solidcam.com/en>
 3. <https://www.sap.com/index.html>
- <https://ea.donntu.edu.ua/bitstream/123456789/34744/1/cals.pdf> курс лекцій
4. Шорсткість поверхні при лазерній обробці нержавіючої сталі [Електронний ресурс]: монографія / С. С. Добротворський, Г. Л. Хавін, Є. В. Басова [та ін.]; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків: НТУ "ХПІ", 2024. – 167 с. – URI: <https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/83883>
 5. Басова Є. В., Добротворський С. В., Яковенко І. Е. Моделювання зміни у часі виробничої компоненти гнучкості машинобудівних малих і середніх підприємств в умовах різкого коливання попиту і пропозиції ринку // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Машинознавство та САПР. – 2024. – № 2. – С. 6–13. – DOI: <https://doi.org/10.20998/2079-0775.2024.2.01>
- Chelabi M. A., Basova Y., Hamidou M. K., Dobrotvorskiy S. Analysis of the Three-Dimensional Accelerating Flow in a Mixed Turbine Rotor. Journal of Engineering Sciences. 2021. Vol. 8(2). P. D1-D7. .
https://jes.sumdu.edu.ua/wp-content/uploads/2021/12/jes_8_2_2021_d1-d7.pdf
- Добротворський С. С., Басова Є. В., Харченко О. С., Летюк В. І., Яковенко І. Е., Котляр О. В., Абу Самра Ю. Визначення особливостей форми та частоти коливань лопаток турбіни на цифрових моделях. Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Технології в машинобудуванні. 2022. № 2(6). С. 117-123. (кат. «Б»).
- <http://tm.khpi.edu.ua/article/view/265323>
- Basova Ye., Dobrotvorskiy S., Balog M., Iakovets A., Chelabi M. A., Zinchenko A. Increasing SME supply chain resilience in the face of rapidly changing demand with 3D model visualization. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics. 2023. No. 14. P. 35-47. (Scopus, Q4, Румунія).
<https://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/94575>

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:

$$O = \Pi \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + \Pi_k \cdot k_4,$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль,
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання,
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи,
 Π_k – оцінка за підсумковий контроль.

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i},$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за практичне заняття.

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

де: b_i - ваговий коефіцієнт за контрольну роботу.

Поточні оцінки за кожну складову (Π , 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

30.08.2025

Завідувач кафедри

Олуксандр ПЕРМЯКОВ

30.08.2025

Гарант ОП

Сургій ГУБСЬКИЙ