



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

Моделювання, проєктування та оптимізація технологічних процесів у машинобудуванні

Шифр та назва спеціальності

G9 – Прикладна механіка

Спеціалізація**Освітня програма**

Інженерія технологічних і логістичних систем

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Семестр

3

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Кафедра

Технологія машинобудування та металорізальні верстати (146)

Тип дисципліни

Обов'язкова, вибіркова

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Яковенко Ігор Едуардович**

igor.e.yakovenko@khpi.edu.ua

канд.техн.наук, доцент, професор

Досвід роботи – 35 років. Автор понад 140 наукових праць та 8 навчальних посібників. Провідний лектор з дисциплін: «Технологічні основи машинобудування», «Технологічна оснастка», «Моделювання та дизайн процесів, виробів, оснащення», "Моделювання, проєктування та оптимізація технологічних процесів у машинобудуванні".

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс "Моделювання, проєктування та оптимізація технологічних процесів у машинобудуванні" надає знання про основні положення моделювання та методів оптимізації, класифікацію моделей з точки зору їх використання при розв'язанні різних інженерних завдань в машинобудівному виробництві. Курс також передбачає знайомство з практичною розробкою деяких оптимізаційних моделей для різноманітних потреб машинобудівного виробництва з використанням сучасного програмного забезпечення. В ході навчання студенти дізнаються, як розробляти та керувати різноманітними моделями оптимізації машинобудівного виробництва при проєктуванні та впровадженні технологічних процесів механічної обробки, працювати з стандартними пакетами моделювання й обробки інформації.

Мета та цілі дисципліни

Дати студентам систематичні знання по основним принципам моделювання, методам та способам розробки різноманітних оптимізаційних моделей проектування технологій та машин, виконання виробничих процесів. Сформулювати сучасні концепції та практичні навички з точки зору розробки математичних та комп'ютерних моделей, які необхідні інженеру-механіку при проектуванні та оптимізації машин, технологічних процесів їх виробництва, та керуванні виробничими процесами..

Формат занять

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

Компетентності

ЗК01. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК02. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК04. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК05. Здатність розробляти та управляти проектами.

ЗК08. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК10. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

ФК03. Здатність застосування відповідних методів і ресурсів сучасної інженерії на основі інформаційних технологій для вирішення широкого кола інженерних задач із застосуванням новітніх підходів, методів прогнозування з усвідомленням інваріантності розв'язання завдань.

ФК05. Здатність поставити задачу і визначити шляхи вирішення проблеми засобами прикладної механіки та суміжних предметних галузей, знання методів пошуку оптимального рішення за умов неповної інформації та суперечливих вимог.

ФК06. Здатність застосовувати відповідні математичні, наукові і технічні методи, інформаційні технології та прикладне комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних і наукових завдань з прикладної механіки.

ФК07. Здатність описати, класифікувати та змодельовувати широке коло технічних об'єктів та технологічних процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

ФК11. Здатність планувати і виконувати експериментальні дослідження, обробляти результати експерименту на основі використання сучасних інформаційних технологій та мікропроцесорної техніки, інтерпретувати результати натурних або модельних експериментів.

Результати навчання

ПР02. Показати знання принципів побудови і функціонування систем автоматизації технологічних досліджень, проектно-конструкторських робіт, технологічної підготовки та інженерного аналізу в машинобудуванні.

ПР03. Продемонструвати вміння виконувати моделювання, статичний та динамічний аналізи конструкцій, механізмів, матеріалів та процесів на стадії проектування з використанням сучасних комп'ютерних систем.

ПР04. Показати теоретичні знання і практичні навички використання сучасних методів пошуку оптимальних параметрів технічних систем засобами системного аналізу, математичного, імітаційного та комп'ютерного моделювання, зокрема і за умов неповної та суперечливої інформації.

ПР08. Продемонструвати знання структури, функціонування, технічного та програмного забезпечення інформаційно-вимірювальних комп'ютеризованих систем в машинобудівному виробництві.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити 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: "Інформатика", "Вища математика", "Інформаційні технології в машинобудуванні", "Основи САПР", "Системи САМ/CAE", "Основи наукових досліджень", "Технологічні основи машинобудування".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться в інтерактивній формі з використанням мультимедійних технологій. На лабораторних заняттях використовується системний підхід до навчання, акцентується увага на самостійне вирішення індивідуальних завдань. Лабораторні роботи передбачено виконувати у обчислювальному центрі кафедри або університету за індивідуальним завданням на кожного студента. Навчальні матеріали доступні студентам через корпоративний диск викладача, а також через репозиторій бібліотеки.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Моделювання. Основні поняття. Види моделей. Технологічний процес у машинобудуванні, призначення та цілі. Поняття моделювання, модель. Класифікація моделей. Вимоги до моделей. Дескриптивні (описові) моделі. Оптимізаційні моделі. Багатокритеріальні моделі. Імітаційні моделі. Реальне моделювання.	4
Тема 2. Етапи моделювання. Аналіз знань про об'єкт-оригінал. Створення моделей. Оцінка моделей. Візуалізація моделей. Просторовий мапінг. Властивості математичних моделей. Загальний підхід до формування математичних моделей.	2
Тема 3. Процес комп'ютерного моделювання Етапи комп'ютерного математичного моделювання. Процес моделювання. Етапи та цілі комп'ютерного математичного моделювання. Тріада: модель – алгоритм - програма. Комп'ютерне моделювання як методологія. Принципи моделювання. Принципи комп'ютерного моделювання	2
Тема 4. Загальний підхід до оптимізації технологічних процесів у машинобудуванні Методи оптимізації технологічних процесів. Техніко-технологічні методи. Ощадливе виробництво. Адитивні технології. Високошвидкісна обробка. Технології покращеного охолодження. Підвищення жорсткості системи ВПЗІ. Прогресивне обладнання та інструмент. Загально виробничі методи оптимізації технологічних процесів.	4
Тема 5. Автоматизація та цифровізація технологічних процесів. CALS - технології. Інтернет речей (IoT). "Великі дані" (Big Data). Нейронні мережі. Машинне навчання. Штучний інтелект. Індустрія 4.0 та інтеграція CAD/CAM/CAE/ERP/CRM/ систем у виробництво.	4
Тема 6. Формалізація процесів проєктування технології механічної обробки. Аналіз технічного завдання. Вибір методів обробки. Проєктування структури технологічного маршруту. Вибір обладнання. Вибір інструменту. Параметричні розрахунки процесу обробки. Проєктування допоміжних	2

елементів технологічної системи. Організація контролю якості. Оформлення технологічної документації.

Тема 7. Поняття оптимізації технологічних процесів

4

Поняття оптимізації. Постановка задачі оптимізації. Класифікація задач оптимізації. Структурна оптимізація. Методи розв'язання задач структурної оптимізації. Методи відсікання. Комбінаторні (переборні) методи. Метод локальної оптимізації. Наближені методи. Структурна оптимізація. Комбінаторні (переборні) методи. Метод найшвидшого спуску. Метод випадкового пошуку. Методи розгалуження. Метод гілок і меж.

Тема 8. Типові задачі оптимізації у машинобудуванні .

4

Типові задачі структурної оптимізації. Задача про ранець. Задача про комівояжера. Задача про призначення. Задача про покриття. Задача про розбиття. Параметрична оптимізація. Поняття технологічної компоновки. Приклад оптимізації «Синтез технологічної компоновки при багатоінструментній обробці». Структурна оптимізація технологічної компоновки багатоінструментної обробки. Параметрична оптимізація технологічної компоновки багатоінструментної обробки.

Тема 9. Системи оптимізації та управління проектами.

6

Технологія Project Evaluation and Review Technique – PERT. Екстремальне управління проектами (eXtreme Project Management, XPM). Управління проектами в контрольованому середовищі. Процесне управління. Програмні реалізації технології PERT для персональних ЕОМ. Система Microsoft Project. Термінологія та елементи проекту у Microsoft Project. Діаграма Ганта. Типи зв'язків у задачах. Методи оптимізації проекту у Microsoft Project. Використання Microsoft Project при моделюванні управління ходом технологічного процесу у часі

Загальна кількість годин

32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Моделювання визначення оптимального режиму різання при торцевому фрезеруванні	2	1,0
Тема 2. Моделювання визначення оптимального режиму різання при точінні	2	1,0
Тема 3. Розробка оптимізаційної моделі по розрахунку оптимальної подачі різця при точінні.	2	1,0
Тема 4. Розробка графіка робіт по виконанню технологічного процесу обробки деталей на предметно-замкненої дільниці з використанням системи управління проектами MS Project.	2	1,0
Тема 5. Розподіл ресурсів при виконанні технологічного процесу обробки деталей на предметно-замкненої дільниці у системи управління проектами MS Project.	2	1,0
Тема 6. Планування та оптимізація використання ресурсів та витрат при виконанні технологічного процесу обробки	2	1,0

деталей на предметно-замкненої ділянці у системи управління проектами MS Project.

Тема 7. Структурна оптимізація багатоінструментної обробки деталі кінцевим різальним інструментом.	2	1,0
Тема 8. Параметрична оптимізація багатоінструментної обробки деталі кінцевим різальним інструментом.	2	1,0
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 8$

Контрольні роботи

Виконуються у вигляді вибору відповідей на питання у тестові форми за наданий період часу

Теми контрольних робіт	Вагові коефіцієнти b
Тема 1. Моделювання. Основні поняття. Види моделей. Етапи. Процес комп'ютерного моделювання.	1
Тема 2. Поняття оптимізації технологічних процесів. Методи оптимізації технологічних процесів. Системи оптимізації та управління проектами.	1,5
Загалом	$\sum_{i=1}^m b_i = 2,5$

Самостійна робота

Курс передбачає самостійне вивчення окремих розділів лекційного матеріалу, виконання практичного індивідуального завдання з моделювання технологічного процесу обробки комплекту деталей на предметно-замкненої ділянці з використанням системи управління проектами MS Project та розробки рекомендацій по управлінню виконанням цього технологічного процесу, а також виконання структурно-параметричної оптимізації багатоінструментної обробки кінцевим інструментом на спеціальних верстатах. Всі результати індивідуальних розробок оформлюється у письмовий звіт. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Моделювання. Основні поняття. Види моделей. Ігрові моделі. Натурні моделі	4
Тема 2. Етапи моделювання. Контроль властивостей моделі	2
Тема 3. Процес комп'ютерного моделювання Приклади комп'ютерного моделювання у машинобудуванні	2
Тема 4. Загальний підхід до оптимізації технологічних процесів у машинобудуванні Загально виробничі методи оптимізації технологічних процесів.	4
Тема 5. Автоматизація та цифровізація технологічних процесів.	4

Сучасні CRM системи у машинобудуванні, які викростовуються в Україні.

Тема 6. Формалізація процесів проєктування технології механічної обробки. Проблеми формалізації технологічних операцій у машинобудуванні	2
Тема 7. Поняття оптимізації технологічних процесів Найбільш розповсюджені задачі комбінаторики у машинобудуванні.	4
Тема 8. Типові задачі оптимізації у машинобудуванні. Параметрична оптимізація за методом Парето	4
Тема 9. Системи оптимізації та управління проектами. Сучасні аналоги системи Microsoft Project в Україні	6
Загальна кількість годин	32

Тематика індивідуальних завдань

Відомості щодо індивідуального завдання (за наявності): реферат, розрахунково-графічна робота, розрахункова робота, контрольна робота, курсова робота (проєкт). Основні вимоги до виконання (обсяг, строки виконання тощо).

Теми індивідуального завдання

Тема 1. Типові задачі оптимізації у машинобудуванні. Структурно параметрична оптимізація багатоінструментної обробки.	20
Тема 2. Системи оптимізації та управління проектами. Розробка графіка виконання технологічного процесу на автоматизованій ділянці, планування ресурсів та витрат з використанням системи управління проектами MS Project.	20
Загальна кількість годин	40

Неформальна освіта

Здобувач має можливість зарахувати 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. Онлайн-курс "AI Essetial"

<https://home.ednannia.ua/learn/shi-dlya-ogs-navchaytes-ai-essentials-na-bezkoshtovnomu-kursi-vid-google2>.

Онлайн-курс "Від початківця до експерта в ШІ" <https://prometheus.org.ua/prometheus-free/ai-expert/>

"Штучний інтелект із Google" https://grow.google/intl/ua/ai-trainings/?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR2Tv03sO9AZG4k4izcdYfSHkQOrwaZaVpTwaXuzDN1AV5af4TWtBCB7n4U_aem_CJ4qG9Iddt0xWGi80po8JA

[4TWtBCB7n4U_aem_CJ4qG9Iddt0xWGi80po8JA](https://grow.google/intl/ua/ai-trainings/?fbclid=IwZXh0bgNhZW0CMTAAAR2Tv03sO9AZG4k4izcdYfSHkQOrwaZaVpTwaXuzDN1AV5af4TWtBCB7n4U_aem_CJ4qG9Iddt0xWGi80po8JA)

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Новіков Ф. В. Інноваційні рішення та технології металообробного виробництва [Електронний ресурс] : монографія / Ф. В. Новіков, В. О. Жовтобрюх, Д. Ф. Новіков. – Дніпро : ЛІРА, 2023. – 342 с.
2. Імітаційне моделювання в задачах машинобудівного виробництва : навч. посібник / Г. В. Біловол [та ін.] ; ред. О. М. Шелковий ; НТУ “ХПІ”. — Харків : НТУ “ХПІ”, 2019. — 500 с
3. Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Петраков Ю.В., Драчев О.І. Основи наукових досліджень. 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. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів напрямку 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков, А.В. Фесенко – Харків: «Діса плюс», 2022. – 424 с.
5. Технологічні основи машинобудування: лаб. практикум / І. Е. Яковенко, О. А. Пермяков; Нац. техн. ун-т “Харків. політехн. ін-т”. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2024. – 211 с.
6. Адашевська, І Ю. Проблеми конструювання об’єктів у комп’ютерних системах: конспект лекцій / І. Ю. Адашевська ; НТУ “ХПІ”. — Харків : НТУ “ХПІ”, 2019. — 72 с
7. Пермяков О.А., Яковенко І.Е. ТЕХНОЛОГІЧНЕ ПРОГНОЗУВАННЯ. Вступний курс: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка та 133 – Галузеве машинобудування - Видавничий центр НТУ „ХПІ” - 2022. -194с.

Додаткова література

1. Гуляницький Л. Ф. Прикладні методи комбінаторної оптимізації : навч. посіб. / Л. Ф. Гуляницький, О. Ю. Мулеса. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2016. – 133 с.
2. Л.Р. Ладієва. Оптимізація технологічних процесів.: Навчальний посібник.-К.: НМЦ ВО,2003.- 209с..
3. Основи проектування і моделювання: Навчально – методичний посібник / уклад. Л. М. Хоменко. – Умань: ФОП Жовтий О.О., 2016. – 125 с.

Інформаційні ресурси

1. Project керування: створення графіка проекту в класичній програмі Project [Електронний ресурс]. <https://support.microsoft.com/uk-ua/office/project-керування-створення-графіка-проекту-в-класичній-програмі-project-91e314ed-af31-4043-be6f-61a7ea0d89ba>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності 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, семінарські, лабораторні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,3	0,4	0,2	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:

$$O = П \cdot k_1 + К \cdot k_2 + І \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: $П$ – середньозважена середня оцінка за поточний контроль

$І$ – 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 кожне практичне (семінарське) або лабораторне заняття.

$$K = \frac{K_1 \cdot b_1 + K_2 \cdot b_2 + \dots + K_m \cdot b_m}{\sum_{i=1}^m b_i}$$

де: b_i - ваговий коефіцієнт за кожну 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

Олександр ПЕРМЯКОВ

30.08.2025

Гарант ОП

Віталій ЧУХЛІБ