



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Дисципліна НПС1 Моделювання проектування та оптимізація технологічних процесів у машинобудуванні

Шифр та назва спеціальності
131 - Прикладна механіка

Освітня програма
Прикладна механіка

Рівень освіти
третій (Магістр)

Семестр
11

Інститут
ННІ Механічної інженерії та транспорту

Кафедра
Технологія машинобудування та металорізальні верстати (146)

Тип дисципліни
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

Мова викладання
Українська, англійська

Викладачі, розробники



Клочко Олександр Олександрович

ukrstandko21@ukr.net

Доктор технічних наук, професор кафедри «Технологія машинобудування та металорізальні верстати» НТУ «ХПІ». Член-кореспондент Академії інженерних наук України. Лауреат Премії Кабінету Міністрів України за розроблення і впровадження інноваційних технологій

Досвід роботи – 24 роки. Автор понад 290 наукових праць та 10 навчальних посібників, монографій. Провідний лектор з дисциплін: «Контроль, управління та діагностика технологічних систем», «Технологічні основи формування точності й якості поверхонь деталей машин», «Основи інженерної творчості», «Технологічні процес складання виробів машинобудування», «Технології ремонту та обробки типових деталей» «Технологія автоматизованого машинобудівного виробництва», «Моделювання, проектування та оптимізація технологічних процесів у машинобудуванні».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс "Моделювання, проектування й оптимізація технологічних процесів у машинобудуванні" надає знання про основні види технологічної підготовки машинобудівного виробництва, етапи проектування та оформлення технологічних процесів машинобудівного виробництва, моделювання оптимізація технологічних процесів. В ході навчання студенти дізнаються, як ставити

та оформлювати технічне завдання для автоматизованого проектування різноманітної інформації машинобудівного виробництва, моделювання технологічних процесів механічної обробки, працювати з стандартними пакетами обробки інформації

Мета та цілі дисципліни

Дати аспірантам глибокі систематичні знання по питанням сучасної організації машинобудівного виробництва, моделювання, проектування й оптимізація технологічних процесів, сучасним методам та способам формоутворення різноманітних поверхонь деталей машин в умовах комп'ютеризованого виробництва, які необхідні при проектуванні технологічних процесів виробництва машин, при керуванні виробничими процесами машинобудівного виробництва

Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК04. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях

ЗК05. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК09. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ФК05. Здатність виявляти, формулювати та вирішувати широке коло проблем прикладної механіки на основі розуміння їх фундаментальних причин та використання теоретичних і експериментальних методів, засвоєних за навчальною програмою.

ФК06. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні, наукові і технічні методи, а також комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.

ФК07. Здатність моделювання, проектування та оптимізація технологічних процесів у машинобудуванні, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні широкого кола механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.

ФК08. Здатність шляхом самостійного вивчення здобувати нові знання та уміння, використовуючи уже набуті професійні та загально-наукові знання та навички

К014. Здатність критичного аналізу, оцінки і синтезу нових та складних ідей в процесі розробки та реалізації механічних конструкцій, машин, матеріалів і виробничих процесів машинобудування на основі новітніх знань в галузі механіки та суміжних предметних галузей.

К017. Здатність зрозумілого і недвозначного донесення власних висновків, знань та пояснень до фахівців і нефахівців, зокрема в процесі викладацької діяльності, усної та письмової презентації результатів власного наукового дослідження українською мовою.

К019. Здатність критичного осмислення проблем у навчанні, професійній і дослідницькій діяльності на рівні новітніх досягнень інженерних наук та на межі предметних галузей.

К021. 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.

Результати навчання

ПР07. Знати та розуміти сучасні методи дослідження математичних методів та інформаційних технологій математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, системного аналізу і проектування, оптимізації та прийняття рішень, прогнозування та експертного оцінювання.

ПР013. Вміння виступати перед аудиторією: викладати навчальний матеріал, вести дискусію, аргументовано відстоювати свою позицію. Знати як професійно розвивати і вдосконалювати свою педагогічну майстерність.

ПР024. Знати та розуміти сучасні методи моделювання, проектування й оптимізації технологічних процесів у машинобудуванні.

ПР025. Знати та розуміти сучасні методи створення систем підтримки життєвого циклу виробів машинобудування.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4кредитаECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Моделювання, проектування та оптимізація технологічних процесів у машинобудуванні", "Технологія автоматизованого машинобудівного виробництва", "Технологічні процеси складання виробів машинобудування".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться в інтерактивній формі з використанням мультимедійних технологій. На практичних заняттях використовується проектний підхід до навчання, акцентується увага на самостійне вирішення індивідуальних завдань. Лабораторні роботи передбачено виконувати у обчислювальному центрі кафедри або університету за індивідуальними завданнями на кожного студента. Навчальні матеріали доступні студентам через репозитарій бібліотеки.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Склад імітаційної моделі

«Імітаційне моделювання» передбачає роботу з такими математичними моделями, за допомогою яких результат досліджуваної операції не можна заздалегідь обчислити або передбачити, тому необхідний експеримент (імітація) на моделі за заданих вихідних даних. У свою чергу, сутність машинної імітації полягає у реалізації чисельного методу проведення на ЕОМ експериментів з математичними моделями, що описують поведінку складної системи протягом заданого або періоду часу, що формується. Складові імітаційної моделі. Кожна імітаційна модель є комбінацією шести основних складових:

- компоненти;
- змінні;
- параметри;
- функціональні залежності;
- обмеження;
- цільові функції.

Під компонентами розуміють складові частини, які при відповідному об'єднанні утворюють систему. Компоненти називають елементами системи або її підсистемами. Параметри – це величини, які дослідник (користувач моделі) може вибирати довільно, тобто керувати ними.

Тема 2. Загальні принципи оптимального управління параметрами точності, якості і продуктивності обробки.

Основні поняття керування проектами. Мережний графік Діаграма Ганта. Імітаційна модель виготовлення виробу машинобудування

Тема 3.

Математичне моделювання технологічних процесів. Система автоматизованого проектування технологічних процесів (САПР ТП)

Процес будови математичної моделі, об'єктом якої є технологічний процес чийого складові, і яка призначена для вирішення конкретних практичних задач:

розроблення нових технологічних процесів вивдосконалення існуючих;

визначення та/або прогнозування характеристик

чи показників технологічного процесу або його результатів,

які неможливо чи економічно недоцільно визначити в реальних умовах;

навчальні чи демонстраційні моделі,

які надають можливість візуального представлення реальних процесів і явищ, що являють собою

числопроводжують технологічні процеси або окремі його складові

Тема 4. Приклади реалізації проектних функцій і процедур у сучасних MCAD (MechanicalComputer-AidedDesign).Ефективність впровадження САПР ТП

.Система Unigraphics – універсальна система геометричного моделювання та конструкторсько-технологічного проектування, в тому числі розробки великих зборок, розрахунків на міцність і підготовки конструкторської документації. У нійвикористовуєтьсяконцепціямайстер-процесів – засобівінтерактивногопроектування, щовраховуютьособливостіконкретнихпрограм. У конструкторськоїчастини (підсистема CAD) є засоби для твердотілогоконструювання, геометричногомоделювання на основісплайнів моделей поверхонь, створеннякреслень по 3D-моделі, проектуваннязборок (в тому числі з сотнями і тисячамикомпонентів) з урахуваннямасоціативності, аналіздопусків і такеінше. Як графічне ядро використовуєтьсяParasolid. У технологічнійчастині (підсистема CAM) передбаченорозробкукеруючихпрограм для токарної й електроерозійної обробки, синтез й аналізтраєкторійінструменту при фрезеруванні для три- і п'ятикоординатної обробки, при проектуванніпрес-форм і штампів та ін. Для інженерногоаналізу (підсистема CAE) в систему включенімодуліаналізуміцності з використанням МСЕ з відповіднимипрепроцесорами і постпроцесорами, кінематичного й динамічногоаналізу механізмів з визначенням сил, швидкостей і прискорень, аналізуливарнихпроцесівпластичнихмастощо. Основніекономічнірезультати, щоотримуютьсвідвпровадження САПР ТП: підвищенняпродуктивностіпраці інженера-технолога; підвищеннятехнічногорівнярозробки та мінімізаціякількостіпомилки при проектуванні; скороченнятермінівтехнологічногопідготовленнявиробництва; накопичення і застосуваннябазизнаньпідприємства з технологічногопроектуванняновихвиробів та організаціяєдиногоінформаційно-довідкового простору для технологів і конструкторів, а також служб управліннявиробництвом; покращення контролю за виконавськоюдіяльністю

Тема 5. Система параметричного моделювання та проектування технологічних процесів зборок.

САПР ТП є інтерактивним середовищем, із доступом до баз даних по матеріалах, сортаменту, обладнанню, технологічному оснащенню та іншій довідковій інформації. Сучасні САПР ТП містять модулі розрахунку технологічних режимів та норм часу, а також засоби налаштувань під спеціалізовані форми технологічної документації. Системи САПР ТП перебувають у фазі розвитку, чим можна пояснити невелику кількість завершених комерційних вирішень, та відсутність очевидного лідера цього напрямку. Серед відомих продуктів перебувають системи ADEM CAPP.

Тема 6. Функціональні можливості PTC MathcadPrime.

Дозволяють об'єднати інженерно-орієнтовані математичні записи, відформатовані тексти, графіки та зображення в єдиний документ, для спільного виконання роботи та полегшення візуалізації, перевірки та документування її результатів. - брати похідні, розраховувати корені рівнянь, аналізувати дані, вирішувати системи рівнянь і звичайні диференціальні рівняння і т.ін. При зміні будь-якого числа або рівняння автоматично виконується миттєвий перерахунок всіх даних у документі. Легко виконується перетворення одиниць вимірювання з однієї системи в іншу. - знаходити при обчисленнях помилки, допущені в одиницях виміру. Одиниці виміру підтримуються у функціях, графіках і масивах. - імпортувати з таблиць Excel, аналізувати й експортувати назад в Excel. - легко інтегрувати з іншими інженерними додатками PTC..

Тема 7 Класифікація імітаційних моделей параметрів процесу обробки деталей

Імітаційні моделі класифікувати за чотирма найбільш поширеними ознаками :

- типу використовуваної ЕОМ;
- способу взаємодії з користувачем;
- способу управління системним часом (механізму системного часу);
- способу організації квазіпаралелізму (схемою формалізації моделі, що моделюється).

Тема 8. Моделювання взаємозв'язків технологічного впливу циклу створення та виготовлення продукції CAD/CAM/CAE/DEFORM 3D

Выбор и назначение метрологического обеспечения системы параметров поверхностного слоя деталей, определяющих их эксплуатационные свойства

Тема 9. Оптимізація технологічних процесів у машинобудуванні.

Узагальнення та розробка основ оптимального технологічного забезпечення експлуатаційних властивостей деталей;
Розробка технологічних основ конверсії, реконструкції та технічного переозброєння авіаційного виробництва.
Підвищення технологічної ефективності процесів обробки на верстатах з ЧПУ на основі досліджень методами лазерної та голографічної інтерферометрії напружено-деформованого і теплового стану різального інструменту.
Математичне моделювання та оптимізація наукоємних технологічних процесів;
Іонно-плазмової модифікування поверхні деталей з метою багаторазового підвищення їх експлуатаційних властивостей;
Наукові основи і методи вирішення технологічних задач на основі різномірних конструкторсько-технологічних моделей.
Тема 10. Імітаційне моделювання у задачах технологічного інжинірингу систем обробки деталей різанням.
Технологічний інжиніринг рівня підприємства або його локалізованих підрозділів (цех, дільниця):
1 – «пряме завдання» – досягнення вихідних показників виробництва за програмою випуску та собівартості при забезпеченні обмежень щодо якості та точності продукції;
2 – «зворотне завдання» – технологічне обґрунтування оптимального вибору необхідного складу засобів оснащення, його розміщення та оптимізації ресурсних потоків під задані технічні та виробничі вимоги на продукцію, що виготовляється.
Пряме завдання дозволяє згенерувати альтернативні варіанти системи організації «віртуальних машинобудівних виробництв», що підлягають проектній оптимізації. Зворотне завдання мінімізує витрати на дистрибуції обладнання під обране оптимальне проектно рішення при заданій моделі організації виробництва.

Теми практичних занять

Теми лабораторних робіт

Тема 1. Невизначеність вимірювання

Тема 2. Клас точності приладів

Тема 3. Систематичні та випадкові похибки і

Тема 4. Визначення систематичної складової похибки вимірювань. Перевірка та градування приладів.

Тема 5. Побудова емпіричної кривої розподілення.

Тема 6. Основні теоретичні закони розподілення

Тема 7. Приклад синтезу організаційно-технологічної структури гнучкого автоматичного учстка для обробки деталі №150.00.102-1 «Кронштейн» у цеху "Тракторний-5" Харківського тракторного заводу

Самостійна робота

Курс передбачає написання реферату на задану тему та його презентація за допомогою системи основи проектування структури маршрутних технологічних процесів та змісту технологічних операцій.

Практичні заняття потребують виконання індивідуального завдання на розробку технологічного процесу моделювання розрахункової задачі машинобудування, яке оформлюється у письмовий звіт. Лабораторні роботи виконуються на ПК, результати надаються в вигляді окремих файлів. Студентам також рекомендуються додаткові матеріали (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

Література та навчальні матеріали

«Основна література»

1. Пермяков О.А., Ключко О.О., Камчатная-Степанова О.В., Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Сапон С.П. Моделювання технологічних процесів оброблення великомодульних зубчастих коліс. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС – 2021) : матеріали тез доповідей

- XI Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 26–27 травня 2021 р.) : у 2 т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.] ; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.]. – Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021. – Т. 1. – С. 73 – 74.
- 2 Імітаційне моделювання у завданнях машинобудівного виробництва у 2-х томах, Т. 2: навч. посібник/А.В. Біловід, А.А. Клочко, Є.В. Набока, А.О. Скоркін, О.М. ШоЛковий. за редакцією О.М. Шовкового // Х.: НТУ "ХПІ", 2016. - 323 с.
3. Равська Н.С., Парненко В.С., Гасанов М.І., Заковоротний О.Ю., Клочко О.О. Наукові основи визначення залежностей теорії різання в алгоритмах при реалізації нейронних мереж процесів формоутворення // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технологіївмашинобудуванні = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т «Харків. політехн. ін-т». – Харків :НТУ «ХПІ», 2023. – № 1 (7) 2023. – С. 29–35. – ISSN 2079-004X, DOI: 10.20998/2079-004X.2023.1(7).04.
4. . Навчально-методичний посібник: Розробка графічних примітивів гнбких виробничих модулів у середовищі графічного векторного редактора LCAD з курсів "Технологія автоматизованого виробництва", "Імітаційне моделювання виробничих систем", "Інтегровані системи управління технологічною підготовкою виробництва" для студентів спеціальностей : 7.092501 "Автоматизація технологічних процесів та виробництв машинобудування", 7.090202 - "Технологія машинобудування" /Укладач О.М. Шовковий - Харків: НТУ "ХПІ", 2003. - 75с.
- 5.Шелковий О.М. Автоматизоване проектування групових технологічних процесів: навчально-методичний посібник / Шелковий О.М. // – Харків: НТУ „ХПІ”, 2003. – 94с.
6. Безменов, М. І. Вступ до Mathcad : навч.-метод. посібник для самостійної роботи з курсу “Аналіз даних” / М. І. Безменов, О. М. Безменова ; НТУ “ХПІ”. — Харків : НТУ “ХПІ”, 2019. — 68 с.
7. Особливості побудови алгоритмів метода групового врахування аргументів. Клочко О.О., Корбут Є.В., Равська Н.С., Родін Р.П., Парненко В.С. Збірник наукових праць XI Всеукраїнської науково-технічної конференції з міжнародною участю «Процеси механічної обробки, верстати та інструмент», 5–6 листопада 2021 року. – Житомир : Державний університет «Житомирська політехніка», 2021. – С. 137 –139.
8. Мигаль В.Д. Теорія і методи наукової творчості: Навчальний посібник / В.Д. Мигаль. – Х.: ВД „ІНЖЕК”, 2007. – 424 с.
9. Клочко О.О., Рябченко С.А., Ковальчук О.М., Нежибовський В.В., Бережний Р.А., Шилков О.О. Моделювання технологічних процесів обробки евольвентних шліцьових з'єднання з модифікованим профілем вугільних очисних комбайнів. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали XIX Міжнародної науково-технічної конференції 01 – 04 червня 2021 року / за заг. ред. В. Д. Ковальова. –Краматорськ: ДДМА, 2021. –С. 70 – 73. ISBN 978-966-379-987-2.

«Додаткова література»

1. ДСТУ ГОСТ 7.1–2006. Бібліографічний запис. Бібліографічний опис. Загальні вимоги та правила складання [Текст]. – Замість ГОСТ 7.1–2003. – Вперше (зі скасуванням ГОСТ 7.1–84, ГОСТ 7.16–79, ГОСТ 7.18–79, ГОСТ 7.34–81, ГОСТ 7.40–82); введ. 2007–07–01. – К.: Держспоживстандарт України, 2007. – III, 47 с. – (Система стандартів з інформації, бібліотечної та видавничої справи).
2. Бучинський М.Я., Горик О.В., Чернявський А.М., Яхін С.В. ОСНОВИ ТВОРЕННЯ МАШИН / [За редакцією О.В. Горика, доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України]. – Харків : Вид-во «НТМТ», 2017. — 448 с. : 52 іл. ISBN 978-966-2989-39-7
3. Гасанов М.І., Заковоротний О.Ю., Шелковий О.М., Клочко О.О., Пермяков Є.О. Технологічні аспекти автоматизованого виробництва в системі проектування керуючих процесів в машинобудуванні // Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2023). Тезидвадцять третьої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2023. – С. 3 – 4.
4. Шелковой А.Н., Гасанов М.И., Набока Е.В., Клочко А.А., Белоусов Н.А., Новиков Ф.В. Имитационное моделирование технологического обеспечения эксплуатационных свойств крупногабаритных зубчатых колес. Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении: Материалы международной научно-технической конференции, 22-24 сентября 2021 г., г. Одесса. – Одесса: Государственный университет «Одесская политехника», 2021. – С. 207 – 210

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену (40%) та поточного оцінювання (60%).
Поточне оцінювання: онлайн тест (25%), практичні заняття (10%), лабораторні роботи (10%) та реферат (15%)
Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання практичної задачі) та усна доповідь.

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

Студент 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



Завідувач кафедри
Олександр ПЕРМЯКОВ



Гарант ОП
Геннадій ХАВІН