



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



Проектування та моделювання в підйомно-транспортних та складських комплексах

Шифр та назва спеціальності

G9 – Прикладна механіка

Спеціалізація

G11.05 – Транспортні засоби–

Освітня програма

Транспортно-технологічні машини і обладнання

Рівень освіти

бакалавр

Семестр

5

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Кафедра

Підйомно-транспортних машин і обладнання

Тип дисципліни

Освітній компонент вільного вибору професійної підготовки

Форма навчання

Денна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Рубашка Володимир Петрович**

Volodymyr.Rubashka@khpi.edu.ua

Кандидат технічних наук, доцент кафедри Підйомно-транспортні машини і обладнання НТУ «ХПІ»

Досвід роботи – 45 років. Автор понад 65 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Конструкційні елементи ПТМ», «Конструкційні елементи складів», «Візуалізація і 3D моделювання в автоматизованих транспортно складських комплексах», «Сучасні технології в прикладній механіці», «Проектування технічних об'єктів та обладнання», «Моделювання та дизайн процесів, виробів, оснащення».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна спрямована на ознайомлення студентів з сучасними методами проектування та 3D-моделювання підйомно-транспортних та складських систем

Мета та цілідисципліни

Метою курсу є формування у студентів знань, умінь та практичних навичок у сфері сучасних методів моделювання, що використовуються в інженерії та виробництві. Студенти здобудуть теоретичні основи та практичні навички для ефективного застосування в моделюванні процесів, виробів та оснащення.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Індивідуальне розрахунково-графічне завдання. Підсумковий контроль – залік (5 семестр).

Компетентності

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ФК1. Здатність застосовувати типові аналітичні методи та комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування, ефективні кількісні методи математики, фізики, інженерних наук, а також відповідне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язування інженерних задач галузевого машинобудування.

ФК2. Здатність застосовувати фундаментальні наукові факти, концепції, теорії, принципи для розв'язування професійних задач і практичних проблем галузевого машинобудування.

ФК4. Здатність втілювати інженерні розробки у галузевому машинобудуванні з урахуванням технічних, організаційних, правових, економічних та екологічних аспектів за усім життєвим циклом машини: від проектування, конструювання, експлуатації, підтримання працездатності, діагностики та утилізації.

ФК5. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в галузі машинобудування

Результати навчання

РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.

РН6. Відшуковувати потрібну наукову і технічну інформацію в доступних джерелах, зокрема, іноземною мовою, аналізувати і оцінювати її

РН12. Застосовувати засоби технічного контролю для оцінювання параметрів об'єктів і процесів у галузевому машинобудуванні.

РН14. Розробляти деталі та вузли машин із застосуванням систем автоматизованого проектування

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредита ECTS):

лекції – 32 год., практичні заняття – 16 год., самостійна робота – 72 год;

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Знання, навички та попередні дисципліни, необхідні для успішного проходження курсу.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Навчальним планом для студентів передбачена участь в лекціях, практичних заняттях, самостійне опрацювання лекційного матеріалу та тем практичних занять, самостійне вивчення питань, не викладених на лекційних заняттях. Завершальним етапом вивчення дисципліни є здача заліку (5 семестр).

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій із записом основних положень лекції у конспект.

Самостійна робота здійснюється з метою засвоєння та відпрацювання навчального матеріалу, формування у студентів самостійності, здатності до підготовки до майбутніх занять. Самостійна робота забезпечується підручниками, навчально-методичною літературою. Умовно самостійну роботу можна розділити на базову, яка забезпечує підготовку студента до аудиторних занять та контрольних заходів, та додаткову, яка спрямована на закріплення знань та розвиток аналітичних навичок. Раціональне планування та організація самостійної роботи є важливою умовою її ефективності.

Призначення практичних занять полягає в поглибленні опрацювання теоретичного матеріалу.

При підготовці до практичних занять студентам рекомендується ознайомитися з тематикою заняття, прочитати конспект лекцій на задану тему, ознайомитися з рекомендованою

літературою. Практичні заняття розвивають у студентів навички самостійної роботи з вирішення конкретних завдань.

Для досягнення мети навчання реалізуються також наступні заходи:

- самостійне вивчення теоретичного матеріалу дисципліни з використанням Internet-ресурсів, методичних розробок, спеціальної навчальної та наукової літератури;
- закріплення теоретичного матеріалу на практичних заняттях, при виконанні розрахунково-графічного завдання.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій

Кількість годин

Тема 1.Огляд основних видів моделювання в інженерії та технологіях виробництва Визначення моделювання. Фізичні та математичні моделі. Комп'ютерне моделювання. Імітаційне моделювання. Геометричне моделювання. Сфери застосування моделювання.	4
Тема 2. Фізичне моделювання. Поняття фізичного моделювання. Створення прототипів. Експериментальне тестування. Моделювання механічних властивостей. Динамічні випробування. Порівняння з іншими видами.	4
Тема 3. Геометричне моделювання. Тривимірне моделювання об'єктів. Робота з CAD-системами. Моделювання поверхонь та об'ємів. Створення складних форм. Застосування в архітектурі та дизайні. Інструменти для геометричного моделювання.	4
Тема 4. Метод кінцевих елементів (МКЕ). Основи МКЕ. Дискретизація об'єктів. Аналіз напружень і деформацій. Силкові розрахунки. Програмне забезпечення. Приклади у будівництві та машинобудуванні..	4
Тема 5. Імітаційне моделювання. Основи імітаційного моделювання. Моделювання складних систем. Аналіз виробничих процесів. Імітаційні моделі в логістиці. Інструменти для імітаційного моделювання	4
Тема 6. САПР SOLIDWORKS Призначення, структура, можливості, підсистеми та функції забезпечення.	2
Тема 7. Моделювання деталей з листового матеріалу. Порівняння методів проектування деталей з листового металу. Використання інструментів для листового металу	2
Тема 8. Моделювання складних деталей. Створення деталей за перерізами. Способи створення додаткових площин. Побудова елементів по перетинах без направляючої кривої. Побудова елементів по перетинах з осьюовою лінією. Побудова твердих тіл по траєкторії	2
Тема 9. Моделювання складальних одиниць. .. Виконання 3D-моделі складальної одиниці. Робота зі стандартними компонентами	2
Тема 10. Оформлення проектної документації. Перехід у 3D-простір. Завершення роботи із ескізом. Створення об'ємного елемента. Зумування, панорамування та поворот. Завдання кольору моделі.	2

Тема 11. Моделювання механічних поєднань	2
Моделювання болтових поєднань. Зварювальні з'єднання	
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти a
Тема 1. Моделювання в SOLIDWORKS. Ознайомлення з інтерфейсом. Основи роботи з програмою: панелі інструментів, робочі простори, системи координат. Створення нового проєкту та організація робочого простору. Ключові функції та можливості програмного забезпечення.	4	2,0
Тема 2. Моделювання 2D-ескізів та 3D-моделей. Основи створення 2D-ескізів: лінії, кола, дуги. Використання геометричних обмежень та розмірів. Переходження від 2D до 3D: методи екструзії та обертання. Створення простих 3D-форм на основі ескізів. Виправлення та редагування ескізів.	2	1,0
Тема 3. Моделювання листових моделей. Основи роботи з листовим металом. Створення листових моделей з використанням ескізів. Використання функцій вигинання, різання та зварювання. Створення деталей з урахуванням технологій обробки листового металу.	2	1,0
Тема 4. Моделювання збірок. Основи створення збірок: вставка компонентів, зв'язки між ними. Створення взаємодій між деталями. Використання компонентів, групування та організація структури збірки. Перевірка збірок на колізії та механічні обмеження. Експорт збірок для виробництва	2	1,0
Тема 5. Моделювання та анімація рухів механізмів. Основи анімації в SOLIDWORKS: використання функції "Анімація". Створення механічних зв'язків і рухів. Візуалізація роботи механізмів: відображення траєкторій. Налаштування параметрів анімації для демонстрації роботи моделей. Експорт анімаційних відео	2	1,0
Тема 6. Моделювання різьбових з'єднань. Основи створення різьбових з'єднань. Використання функцій для моделювання різьби: нарізка та формування. Налаштування параметрів різьби (тип, крок, діаметр). Створення деталей з різьбовими з'єднаннями для механічних систем. Застосування різьбових з'єднань в збірках	2	1,0
Тема 7. Створення креслень за моделями. Основи створення креслень з 3D-моделей. Використання функцій проєкцій та детальних видів. Налаштування розмірів, анотацій та символів на кресленнях. Генерація технічних умов для виготовлення деталей. Експорт креслень у різних форматах (PDF, DWG)	2	1,0
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i = 16$

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт

Вагові
коефіцієнти b

Тема 1. Моделювання в інженерії. Питання охоплюють фізичне, геометричне, імітаційне моделювання, метод кінцевих елементів.	1,0
Тема 2. Цифрові технології та моделювання в машинобудуванні. Питання охоплюють моделювання окремих деталей та елементів металоконструкцій. .	1,0
Загалом	$\sum_{i=1}^m b_i = 2$

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (розрахункове-графічне завдання).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення

Кількість годин

Тема 1. Гібридні методи моделювання та їх застосування. Комбінація фізичного, математичного та комп'ютерного моделювання. Переваги та обмеження гібридних підходів. Приклади використання в інженерії та науці (наприклад, моделювання аеродинаміки з використанням CFD і фізичних випробувань)	5
Тема 2. Теоретичні основи фізичного моделювання. Критерії подібності (числа Рейнольдса, Фруда, Маха). Моделювання масштабних ефектів. Експериментальна база: аеродинамічні труби, гідролотки. Аналіз похибок та достовірності результатів	5
Тема 3. Просунуті техніки геометричного моделювання. NURBS-поверхні та їх застосування. Твердотільне моделювання (CSG, B-rep). Моделювання на основі сітки (Mesh modeling). Моделювання складних органічних форм. Генеративний дизайн	5
Тема 4. Застосування МКЕ у нелінійних задачах. Нелінійність матеріалу (пластичність, повзучість), геометрична нелінійність (великі деформації), нелінійність граничних умов. Ітераційні методи розв'язання. Приклади розрахунку контактних задач та краш-тестів	5
Тема 5. Статистичне та імітаційне моделювання. Моделювання за методом Монте-Карло. Імітаційне моделювання на основі дискретних подій. Агентно-орієнтовані моделі. Використання в аналізі черг, логістиці та соціальних системах	5
Тема 6. Методи оптимізації механічних процесів. Лінійне та нелінійне програмування. Динамічне програмування. Теорія обмежень (Theory of Constraints). Оптимізація ресурсів, маршрутизація, планування виробництва	5
Тема 7. Індустрія 4.0 та Індустрія 5.0: порівняльний аналіз. Концепція та технології Індустрії 4.0. Перехід до Індустрії 5.0: акцент на людиноцентричність, сталість та стійкість. Роль співпраці "людина-робот" та "людина-ШІ". Європейські стратегії та їх вплив на Україну	5

Тема 8.Аналіз даних: методи та інструменти. Огляд методів: кореляційний аналіз, регресійний аналіз, кластеризація. Інструменти для аналізу даних (Python, R, SQL). Роль Data Analyst та Data Scientist на підприємстві. Вимоги стандартів GDPR та ISO 27001	5
Тема 9.Діагностика металоконструкцій: неруйнівні методи контролю. Ультразвукова дефектоскопія, магнітопорошковий контроль, візуальний контроль. Оцінка стану матеріалів та виявлення прихованих дефектів. Прогнозування залишкового ресурсу конструкцій на основі даних діагностики	5
Тема 10. Моделювання руйнування та втомної міцності. Теорії міцності та критерії руйнування. Моделі росту тріщин. Втомна міцність та її розрахунок. Застосування МКЕ для аналізу руйнування. Врахування впливу навколишнього середовища (корозія)	5
Тема 11.Прогресивні методи моделювання пластичної деформації. Моделювання процесу волочіння, видавлювання, ротаційного кування. Врахування температурних режимів та швидкості деформації. Аналіз розподілу деформацій та напружень в об'ємі. Програмні комплекси для моделювання (DEFORM, Simufact)	6
Загальна кількість годин	56

Тематика індивідуальних завдань

Розрахунково-графічна робота 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: 10–20 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 екзамену (1 семестр) та заліку (2 семестр).

Теми індивідуального завдання

1 семестр

Тема 1. Моделювання деталей у SOLIDWORKS Створити 3D-модель механічної деталі на основі 2D-ескізу. Використати інструменти обертання та редагування ескізів. Описати етапи виконання роботи з ілюстраціями.	
Тема 2. Моделювання листових конструкцій. Створити листову модель деталі з урахуванням технології обробки листового металу (вигинання, різання). Описати етапи виконання роботи з ілюстраціями.	
Тема 3. Моделювання механізмів та анімація рухів. Створити збірку механізму з декількох деталей, налаштувати рухи компонентів за допомогою анімації. Візуалізувати траєкторії руху. Описати етапи виконання роботи з ілюстраціями.	
Тема 4. Моделювання напружено-деформованого стану МКЕ. Підготувати 3D-модель деталі для аналізу методом кінцевих елементів. Задати властивості, граничні умови та навантаження. Провести аналіз напружень і деформацій. Описати етапи виконання роботи з ілюстраціями.	
Загальна кількість годин	16

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. Robot Structural Analysis. Розрахунок металевих конструкцій

<https://www.builditlab.org/robot-structural-analysis-basic>

2. Обчислювальний комплекс SCAD міцнісного аналізу та проектування конструкцій на основі методу скінченних елементів.

<https://scadsoft.com/ua/products/scad>

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.

2. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025.

3. Системи автоматизованого проектування: конспект лекцій [Електронний ресурс]: навч. посіб. для студ. спеціальності 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», спеціалізації «Комп'ютерноінтегровані системи та технології в приладобудуванні» / КПІ ім. Ігоря Сікорського; автори: К.С. Барандич, О.О. Подолян, М.М. Гладський. – Електронні текстові дані (1 файл 3,05 Мбайт). – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 97 с.

4. Shih, R. AutoCAD 2024 Tutorial: Second Level 3D Modeling. SDC Publications, 2023. – 350 p.

5. 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.

6. Advances in CAD/CAM/CAE Technologies [Текст] / ред. Р. Kyratsis, K. Kakoulis, A. P. Markopoulos. – May 2020. – 116 с. – Ліцензія: CC BY-NC-ND.

7. Донченко М. В. Технології комп'ютерного проектування : навч. посіб. / М. В. Донченко – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2021. – 364 с.

8. Холодняк Ю. В. Комп'ютерне проектування промислових виробів: конспект лекцій / Ю. В. Холодняк; ТДАТУ. – Мелітополь: Люкс, 2021. – 140 с

Додаткова література

1. Методичні вказівки до виконання практичних робіт з дисципліни «Конструкційні елементи ПТМ і складів» для студентів спеціальності 133 Галузеве машинобудування. Підйомно-транспортні, дорожні, будівельні, меліоративні машини і обладнання денної та заочної форм навчання / уклад. В. П. Рубашка. – Харків : НТУ «ХПІ». 2023 – 32

Інформаційні ресурси

1. Autodesk Forum [Електронний ресурс]. – Інформаційний ресурс, присвячений програмному забезпеченню Autodesk та спільноті користувачів. – Режим доступу:

<https://forums.autodesk.com/t5/ukrainskoyu/ct-p/6160>. – Дата звернення: 19.08.2024.

2. SOLIDWORKS Forum [Електронний ресурс]. – Інформаційний ресурс, присвячений програмному забезпеченню SOLIDWORKS та спільноті користувачів. – Режим доступу:

<https://forum.solidworks.com/>. – Дата звернення: 18.08.2024.

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:

Поточний контроль (практичні заняття), k_1	Контрольні роботи (за наявності), k_2	Індивідуальне завдання (за наявності), k_3	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), k_4
0,5	0,3	0,2	-

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 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 ($\Pi, K, I, \dots$) 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

Валентин КОВАЛЕНКО

30.08.2025

Гарант ОП

Олександр ОСТРОВЕРХ