



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Сучасні методи розрахунку металоконструкцій ПТМ, БДМ і складів

Шифр та назва спеціальності

G11 – Машинобудування

Спеціалізація

G11.05 – Транспортні засоби.

Освітня програма

Транспортно-технологічні машини і обладнання

Рівень освіти

Бакалавр

Семестр

7

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-транспортних машин 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 розрахунку, проектування та 3D- моделювання підйомно-транспортних, будівельно-дорожніх та складських систем

Мета та цілі дисципліни

Надання студентам знань з технології сучасних методів розрахунку та конструювання, проектування та моделювання з застосуванням сучасних САПР.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Індивідуальне розрахунково-графічне завдання. Підсумковий контроль – залік (7 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. Відшукувати 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 кредитів 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. 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 за планом робочої програми дисципліни 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.Вступ. Роль сучасних методів розрахунку у створенні високоефективного вантажно - підйомного та логістичного обладнання. Етапи розрахунків. Завдання розрахунків.	2
Тема 2. Сучасні інструментальні засоби розрахунків Автоматизація розрахунків. Системи автоматизованого проектування. Системи CAD/CAE. Історія САПР	2
Тема 3.Комп'ютерна графіка. Геометричне моделювання та організація графічних даних. Автоматизоване проектування. Підходи і методи розрахунків та проектування в САПР.	2
Тема 4. Моделювання, конструювання, оптимізація в САПР Робота з CAD-системами. Моделювання поверхонь та об'ємів. Створення складних форм. Застосування в архітектурі та дизайні. Інструменти для геометричного моделювання	4
Тема 5. Технічне забезпечення САПР Пристрої для вводу інформації. Пристрої для виводу інформації.	4
Тема 6. Розрахунки в САПР INVENTOR Призначення, структура, можливості, підсистеми та функції забезпечення. Розрахунковий модуль.	4
Тема 7. Метод кінцевих елементів (МКЕ). Основи МКЕ. Дискретизація об'єктів. Аналіз напружень і деформацій. Силкові розрахунки. Програмне забезпечення. Приклади у будівництві та машинобудуванні	2
Тема 8. Моделювання та розрахунки деталей з листового матеріалу. Порівняння методів розрахунку та проектування деталей з листового металу. Використання інструментів для листового металу.	2
Тема 9.Моделювання та розрахунки 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 10. Моделювання складальних одиниць. Виконання 3D-моделі складальної одиниці. Робота зі стандартними компонентами.	4

Тема 11. Врахування механічних поєднань. 4
 Моделювання та розрахунок болтових поєднань. Моделювання та розрахунок зварювальних з'єднань.

Загальна кількість годин 32

Практичні заняття

Теми практичних/семінарських занять Кількість годин Вагові коефіцієнти *a*

Тема 1. Вивчення нормативної бази проектування. 2 1,0
 ДСТУ EN 15011:2018,). ДСТУ EN 13001-1, ДСТУ EN 13001-2, ДСТУ EN 13001-3

Тема 2. Врахування властивостей матеріалу в розрахунках металоконструкцій ПТМ та БДМ. 2 1,0
 Сталь. Технологія виробництва сталі. Середня межа плинності профілів, спеціальний відбір виробничого матеріалу, ударна в'язкість, допуски за розмірами, довговічність.

Тема 3. Розрахунок несучої здатності конструктивних елементів. 2 1,0
 Розрахунок при статичному навантаженні. Розрахунок при знакозмінному навантаженні

Тема 4. Розгляд сортаменту. 2 1,0
 Розрахунок характеристик перетинів: кутикові профілі, швелери, двотаври. Сталь листова. Труби. Гнуті фасонні профілі. Профілі з легких сплавів. Врахування особливостей конструкції

Тема 5. Методика розрахунку металевих конструкцій. 4 2,0
 Система розрахунків за допустимим напруженням. Система імовірнісних розрахунків. Система розрахунків за граничним (пороговим) станом

Тема 6. Виконання розрахунків навантажень мостового крану. 4 2,0
 Розрахунок статичних навантажень металоконструкції ПТМ. Розрахунок динамічних навантажень. Проведення аналізу перекісного навантаження мостового крану. Виконання розрахунків навантажень головної балки мосту. Вивчення правил поєднання навантажень.

Загальна кількість годин 16 $\sum_{i=1}^n a_i = 8$

Контрольні роботи

Теми контрольних робіт Вагові коефіцієнти *b*

Тема 1. Розрахунки в інженерії та технологіях виробництва. 1,0
 Питання охоплюють фізичне, геометричне, імітаційне моделювання, метод кінцевих елементів, оптимізацію виробничих процесів.

Тема 2. Цифрові технології та моделювання в розрахунках 1,0
 Питання охоплюють сучасні методи розрахунку вантажно-підйомних та будівельно-дорожніх машин і логістичних комплексів

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. Метод кінцевих елементів (МКЕ/FEM): Вивчення типів елементів (стрижневі, оболонкові, об'ємні) та їх застосування для різних завдань.	4
Тема 2. Нелінійний аналіз. Геометрична нелінійність. Розрахунок великих переміщень	4
Тема 3. Застосування МКЕ у нелінійних задачах. Нелінійність матеріалу (пластичність, повзучість), нелінійність граничних умов. Ітераційні методи розв'язання. Приклади розрахунку контактних задач та краш-тестів	4
Тема 4. Стійкість конструкцій. Розрахунок на загальну та місцеву стійкість з урахуванням початкових недосконалостей (геометричних та напружених).	4
Тема 5. Методи оптимізації в проектуванні металоконструкцій. Лінійне та нелінійне програмування. Динамічне програмування. Теорія обмежень (Theory of Constraints).	4
Тема 6. Метод прямого аналізу (Direct Analysis Method): Сучасний стандарт AISC. Спрощені методи розрахунку коефіцієнтів розрахункової довжини.	4
Тема 7. Розрахунок напівжорстких вузлів. унікнення ідеалізації вузлів як «жорстких» або «шарнірних»; вивчення діаграм М-φ (момент-поворот).	4
Тема 8. Метод зниження жорсткості. Врахування впливу пластичності та залишкових напруг через корекцію жорсткості елементів	4
Тема 9. Динамічний аналіз. Розрахунки на сейсміку, вібраційні навантаження та резонанс	4
Тема 10. Втомна довговічність. Розрахунки конструкцій, що піддаються багатоцикловим навантаженням (кранові шляхи, мости).	4
Тема 11. Закордонні САПР. Tekla Structures (деталювання), IDEA StatiCa (унікальний розрахунок вузлів методом CBFEM), SAP2000 або Dlubal RFEM (загальні складні розрахунки)	4
Тема 12. Нормативна основа розрахунків. Єврокоди (Eurocode 3)	4
Загальна кількість годин	48

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 заліку (7 семестр).

Теми індивідуального завдання

1 семестр

Тема 1. Розрахунок деталей у САПР SOLIDWORKS.

Створити 3D-модель механічної деталі на основі 2D-ескізу. Використати інструменти екструзії, обертання та редагування ескізів. Описати етапи виконання роботи з ілюстраціями. Виконати розрахунок.

Тема 2. Моделювання листових конструкцій рами головної балки мостового крану у САПР SOLIDWORKS.

Створити листову модель головної балки крану з урахуванням технології обробки листового металу (вигинання, різання). Виконати моделювання навантажень. Провести розрахунок напружено-деформованого стану. Описати етапи виконання роботи з ілюстраціями.

Тема 3. Розрахунок болтових з'єднань САПР SOLIDWORKS. .

Створити 3D-модель болтових з'єднань з кількома типами з'єднань. Перевірити взаємне розташування компонентів. Виконати розрахунки болтових з'єднань. Описати етапи виконання роботи з ілюстраціями. Описати етапи виконання роботи з ілюстраціями.

Тема 4. Розрахунок зварних з'єднань у САПР SOLIDWORKS.

Створити збірку кінцевої балки з декількох пластин. Змоделювати зварні з'єднання. Виконати розрахунок кінцевої балки з визначенням напружень у зварювальних швах. Описати етапи виконання роботи з ілюстраціями.

Загальна кількість годин

24

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. Куратсис, К. Kakoulis, А. Р. 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
2. ДСТУ 3321:2003 – Система конструкторської документації.

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: 19.08.2025.
2. SOLIDWORKS Forum [Електронний ресурс]. – Інформаційний ресурс, присвячений програмному забезпеченню SOLIDWORKS та спільноті користувачів. – Режим доступу: <https://forum.solidworks.com/>. – Дата звернення: 18.08.2025.

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 видів навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

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:

$$O = P \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Pk \cdot k_4$$

де: P – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання
 K – середньозважена оцінка за контрольні роботи
 Pk – оцінка за підсумковий контроль

$$P = \frac{P_1 \cdot a_1 + P_2 \cdot a_2 + \dots + P_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

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 (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 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

Завідувач кафедри

Валентин КОВАЛЕНКО

Гарант ОП

Олександр_ОСТРОВЕРХ