

**Міністерство освіти і науки України**  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**Кафедра теоретичної механіки, машинознавства та  
роботомеханічних систем (№ 202)**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Гарант освітньої програми

  
(підпис)

Володимир НАЗІН

(ініціали та прізвище)

«30» червня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА *ОБОВ'ЯЗКОВОЇ*  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Проектування сучасних машин (CAD)

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»  
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 133 «Галузеве машинобудування»  
(код та найменування спеціальності)


Освітня програма: «Комп'ютерний інжиніринг»  
(найменування освітньої програми)

**Форма навчання: денна**

**Рівень вищої освіти: другий (магістерський)**

**Харків 2024 рік**

Розробник: доцент кафедри теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем, к.т.н., доцент Олександр ГНИТЬКО



(підпис)

Робочу програму навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри (№ 202) теоретичної механіки, машинознавства та роботомеханічних систем.

Протокол № 10 від «27» червня 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор



Олег БАРАНОВ

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	<p style="text-align: center;"><b>Галузь знань</b> <b>13 «Механічна інженерія»</b> <small>(шифр та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальність</b> <b>133 «Галузеве машинобудування»</b> <small>(код та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Освітня програма</b> <b>«Комп’ютерний інжиніринг»</b> <small>(найменування)</small></p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b> <b>другий (магістерський)</b></p>	Обов’язкова
Кількість модулів – 1		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2024/2025
Індивідуальне завдання <u>РГР</u> <small>(назва)</small>		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин – 80/150		1-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 5 самостійної роботи здобувача – 4,375		<b>Лекції</b> <sup>1)</sup>
		16 годин
		<b>Практичні, семінарські</b> <sup>1)</sup>
		32 годин
		<b>Лабораторні</b> <sup>1)</sup>
	32 годин	
	<b>Самостійна робота</b>	
	70 годин	
	<b>Вид контролю</b>	
	модульний контроль іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 80/70.

<sup>1)</sup> Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** підготовка студентів до організаційно-технічної, експериментально-дослідної та проектно-конструкторської професійної діяльності, зв'язаної з оптимальним проектуванням сучасних, надійних високоефективних машин та апаратів, а також навчання студентів використанню знань отриманих в результаті фундаментальної підготовки по математичним та загальним природничим, загальнопрофесійним та спеціальним дисциплінам, для вирішення інженерних задач, зв'язаних з розрахунком та проектуванням технологічного обладнання з використанням сучасних методів проектування (CAD).

**Завдання:** вивчення методології проектування машин та видів проектування; визначення основних напрямків прогресу в машинобудуванні; вивчення методів розрахунку та конструювання машин і апаратів для вибору найбільш раціонального методу підвищення ефективності машин, зниження матеріалоємності, підвищення довговічності та надійності обладнання.

### **Компетентності, які набуваються.**

#### **Загальні компетентності:**

- ЗК1 - Здатність застосовувати інформаційні та комунікаційні технології.
- ЗК2 - Здатність використовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3 - Здатність навчатися та оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК5 - Здатність шукати та опрацьовувати інформацію з різних джерел.

#### **Фахові компетентності:**

- ФК2 - Здатність застосовувати передові для галузевого машинобудування наукові факти, концепції, теорії, принципи.
- ФК3 - Здатність застосовувати та вдосконалювати наявні кількісні математичні, наукові й технічні методи, а також комп'ютерні програмні засоби для розв'язування інженерних завдань галузевого машинобудування.
- ФК4 - Здатність втілювати передові інженерні розробки для отримання практичних результатів.
- ФК5 - Здатність вирішувати перспективні завдання сучасного виробництва, спрямовані на задоволення потреб споживачів.
- ФК10 - Здатність застосовувати норми галузевих стандартів.
- ФК12 - Здатність демонструвати розуміння, у яких царинах можна використовувати інженерні знання.
- ФК15 - Здатність демонструвати розуміння вимог до інженерної діяльності щодо забезпечування сталого розвитку.

#### **Очікувані результати навчання:**

- ПРН1 - Знання і розуміння засад фундаментальних математичних методів моделювання та оптимізації.
- ПРН2 - Знання з механіки і машинобудування та спроможність окреслювати перспективи їхнього розвитку.
- ПРН4 - Вміння ставити та розв'язувати завдання, застосовуючи передові інженерні методи розрахунку (CAE).
- ПРН5 - Вміння системно аналізувати інженерні об'єкти, процеси і методи.

ПРН7 - Навички експериментування та аналізування результатів.

ПРН10 - Вміння поєднувати теорію та практику для розв'язування інженерного завдання.

ПРН11 - Фахові майстерність і навички.

ПРН15 - Вміння розробляти машини та устаткування галузевого машинобудування на базі систем автоматизованого проектування (CAD).

ПРН20 - Навички розв'язування завдань з підвищення якості продукції.

**Пререквізити:** вивчення курсу «Проектування сучасних машин (CAD)» базується на загальних знаннях з таких дисциплін як матеріалознавство, опір матеріалів, теоретична механіка, теорія механізмів та машин, деталі машин і основи проектування, комп'ютерні технології проектування.

**Кореквізити:** курс «Проектування сучасних машин (CAD)» є базою для вивчення курсів «Інженерний аналіз конструкцій (CAE)» та для написання роботи магістра.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

#### Модуль 1.

**Змістовний модуль №1 Поточна форма організації виробництва. Основні етапи проектування різних типів поточних ліній**

##### ***ТЕМА 1 Основні цілі дисципліни***

Основні терміни. Огляд поточної форми організації виробництва

***ТЕМА 2 Основні етапи проектування поточних ліній та визначення їх ефективності***

Основні стадії проектування. Однопредметна і багатопредметна поточні лінії. Проектування режиму роботи лінії. Коефіцієнт змінності. Змінне завантаження поточної лінії

##### ***ТЕМА 3 Методика розрахунку роботи перервно-поточної лінії***

Порядок розрахунку основних показників роботи перервно-поточної лінії

##### ***ТЕМА 4 Створення варіанту перервної поточної лінії***

Створення варіанту перервної поточної лінії

##### ***ТЕМА 5 Планування обладнання на поточній лінії***

Варіанти планування поточних ліній. Типи конвеєрів. Довжина робочої частини конвеєра

##### ***ТЕМА 6 Переваги поточної форми організації виробництва***

Розрахунок економічного ефекту від впровадження поточної лінії. Методика розрахунку економічної ефективності проекту на базі чистої приведеної вартості проекту. Чиста приведена вартість проекту

#### **Модульний контроль**

**Змістовний модуль №2 Основи проектування поточних ліній**

##### ***ТЕМА 1 Технологічні машини і потокові лінії***

Апаратний та машинний ТП, машинна технологія. Робочі і допоміжні органи машин. Основні поняття і визначення знарядь виробництва ПЛ. Структура автоматичної робочої машини. Машина, робочий та неробочий ходи. Виробничий, технологічний, робочий, кінематичний, динамічний, енергетичний цикли машин ПЛ. Ступінь автоматизації машини. Напівавтомат, автомат, автоматична лінія. Структура

автоматичної лінії, цеху. Класифікація машин за характером переміщення об'єкта обробки. Загальні етапи процесу проектування машини ПЛ. Спільність машин-автоматів і автоматичних ліній різного технологічного призначення.

### **ТЕМА 2. Продуктивність робочих машин поточних ліній**

Основні положення теорії продуктивності машин і праці. Технологічна і циклова продуктивність. Фактична продуктивність. Коефіцієнт використання машини. Види позациклових втрат. Сумарні позациклові втрати. Власні та організаційно-технічні втрати. Баланс продуктивності машини. Методика розрахунку і аналізу продуктивності робочих машин в умовах експлуатації. Затрати планового фонду часу машини. Приклади розрахунку основних характеристик робото здатності машин ПЛ.

### **ТЕМА 3. Діаграми робочих машин поточних ліній**

Поняття про циклову діаграму машини. Кругова, прямокутна і лінійна циклограми. Поняття про синхронну діаграму машини. Приклад розробки циклової діаграми машини

### **ТЕМА 4. Побудова багатопозиційних машин-автоматів і автоматичних ліній**

Особливості технологічних процесів автоматизованого виробництва. Принцип диференціації ТП. Принцип концентрації операцій. Вибір оптимального ступеня диференціації і концентрації ТП. Розрахунок кількості позицій багатопозиційних машин послідовної дії. Приклади автоматів і ліній послідовно-паралельної дії. Автомати паралельної дії. Автомати і лінії послідовно-паралельної дії. Роторні та конвеєрно-роторні машини. Основні поняття та визначення. Роторний автомат (РА). Автоматична роторна лінія (АРЛ). Схема типової роторної машини. Технологічний (робочий) ротор. Технологічні ротори для обробки інструментом. Технологічні ротори для апаратної обробки. Транспортні ротори. Типові схеми роторних та роторно-конвеєрних машин. Приводи роторних машин. Інструментальні блоки. Визначення параметрів роторних та роторно-конвеєрних машин.

### **ТЕМА 5. Типові механізми поточних ліній і основи їх розрахунку**

Класифікація, функції та характеристики механізмів. Класифікація кулачкових механізмів. Проектування кінематичної схеми.

### **Модульний контроль**

### **Модуль 2.**

Розрахунковою робота на тему «Проектування обладнання для накопичення та розподілення продукції»

## **4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль №1 Поточна форма організації виробництва. Основні етапи проектування різних типів поточних ліній</b>					
ТЕМА 1 Основні цілі дисципліни	10	1	2	2	5
ТЕМА 2 Основні етапи	10	1	2	2	5

проектування поточних ліній та визначення їх ефективності.					
ТЕМА 3 Методика розрахунку роботи перервно-поточної лінії	14	1	4	4	5
ТЕМА 4 Створення варіанту перервної поточної лінії	14	1	4	4	5
ТЕМА 5 Планування обладнання на поточній лінії	10	1	2	2	5
ТЕМА 6 Переваги поточної форми організації виробництва	10	1	2	2	5
Модульний контроль	2	2	-		-
Разом за змістовним модулем 1	70	8	16	16	30
<b>Змістовний модуль №2 Основи проектування поточних ліній</b>					
ТЕМА 1. Технологічні машини і потокові лінії	13	1	4	4	4
ТЕМА 2. Продуктивність робочих машин поточних ліній	13	1	4	4	4
ТЕМА 3. Діаграми робочих машин поточних ліній	13	1	4	4	4
ТЕМА 4. Побудова багатопозиційних машин-автоматів і автоматичних ліній.	9	1	2	2	4
ТЕМА 5. Типові механізми поточних ліній і основи їх розрахунку	10	2	2	2	4
Модульний контроль	2	2	-	-	-
Разом за змістовним модулем 2	60	8	16	16	20
<b>Усього годин</b>	<b>130</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>50</b>
<b>Модуль 2</b>					
Індивідуальне завдання	18	-	-	-	18
<b>Контрольний захід</b>	<b>2</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>2</b>
<b>Усього годин</b>	<b>150</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>70</b>

### 5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		
	<b>Разом</b>	

### 6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Основні стадії проектування. Однопредметна і багатопредметна поточні лінії.	2
2.	Проектування режиму роботи лінії. Коефіцієнт змінності.	2
3.	Змінне завантаження поточної лінії	2
4.	Порядок розрахунку основних показників роботи	2

	перервно-поточної лінії	
5.	Побудова регламенту перервної поточної лінії	2
6.	Створення варіанту перервної поточної лінії	2
7.	Розрахунок економічного ефекту від впровадження ПЛ	2
8.	Методика розрахунку економічної ефективності проекту на базі чистої приведеної вартості проекту	2
	Модульна робота №1	
9.	Методика розрахунку і аналізу продуктивності робочих машин в умовах експлуатації	2
10.	Затрати планового фонду часу машини	2
11.	Приклади розрахунку основних характеристик роботоздатності машин ПЛ	2
12.	Приклад розробки циклової діаграми машини	2
13.	Розрахунок кількості позицій багатопозиційних машин послідовної дії.	2
14.	Визначення параметрів роторних та роторно-конвеєрних машин.	2
15.	Проектування кінематичної схеми	2
16.	Оформлення потокової лінії	2
	Модульна робота №2	
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Структура та класифікація машин. Вибір матеріалу та вплив його на властивостей на конструкцію.	4
2	Загальні основи розрахунку деталей та вузлів.	4
3	Ємнісні та теплообмінні апарати	4
4	Основи розрахунку машин і апаратів на коливання	4
5	Схеми при проектуванні	4
6	Машини і апарати з повільно обертаючими робочими органами	4
7	Ротаційні машини	4
8	Розрахунок та конструювання пристроїв загального призначення.	4
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вимоги експлуатації і виробництва, що пред'являються до конструкції машини	4
2	Основні стадії розробки конструкторської документації	4



3	Використання систем автоматизованого проектування машин	4
4	Показники надійності машини, фізика відмов	4
5	Принцип лінійного підсумовування втомних напруг	4
6	Термін роботи апарату в умовах повзучості	4
7	Конструкторські засоби зменшення термічних напруг в стяжних з'єднаннях	4
8	Зміна розташування деталі при нагріванні	4
9	Температурнезалежне центрування	4
10	Коливання систем з декількома ступенями свободи	4
11	Вимушені коливання з опором	4
12	Вплив розмірів ротору на критичну кутову швидкість валу	4
13	Конструювання самоустановлювальних машин	4
14	Розрахунок та конструювання поршневих машин	4
15	Розрахунок ротаційних машин	4
16	Обладнання для пресування та формування	4
17	Барабанні апарати	5
18	Шнекові устрої	2
	<b>Разом</b>	<b>70</b>

### 9. Індивідуальні завдання

Розрахункова робота на тему: «Проектування обладнання для накопичення та розподілення продукції»

### 10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

### 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді іспиту.

### 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1 (Т1-Т7)</b>			
Складання модульного контролю	0 ÷ 30	1	0 ÷ 30
Виконання лекційних занять	0 ÷ 1	4	0 ÷ 4
Виконання практичних занять	0 ÷ 1	8	0 ÷ 8
<b>Змістовний модуль 2 (Т8-Т15)</b>			

Складання модульного контролю	0 ÷ 30	1	0 ÷ 30
Виконання лекційних занять	0 ÷ 1	4	0 ÷ 4
Виконання практичних занять	0 ÷ 1	8	0 ÷ 8
Виконання та захист індивідуального завдання.	0 ÷ 16	1	0 ÷ 16
Всього з дисципліни			0 ÷ 100
Підсумковий тест (екзамен) у випадку відмови від балів поточного тестування та допуску до екзамену	<b>100</b>		

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування та за наявності допуску до іспиту (виконання розрахункової роботи). При складанні семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з трьох запитань: двох теоретичних максимальна кількість за кожне – 35 балів, та одного практичного – 30 балів (сума – 100 балів).

## 12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки: знати класифікацію обладнання, особливості експлуатації; основи проектування технологічного обладнання; перехід від розрахункової схеми до реальної конструкції і навпаки; розрахунок машин та апаратів на міцність, жорсткість, стійкість та коливання;

Необхідний обсяг умінь для одержання позитивної оцінки: вміти раціонально вибирати конструкційні матеріали для елементів та механізмів машин; синтезувати раціональні конструктивно-силові та кінематичні схеми машин; використовувати сучасну обчислювальну техніку для автоматизації проектно-конструкторських робіт; проводити розрахунки та конструювання типових вузлів та обладнання.

## 12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Мати мінімум знань та умінь, необхідний для подальшого навчання та роботи за фахом. Справлятися з завданнями та відпрацювати та всі практичні роботи, виконати домашнє завдання, та вододіючий необхідними знаннями для усунення помилок, що виникли при його виконанні та здати модульне тестування. Вміти самостійно давати характеристику машин, знати галузі їх використання, конструктивні особливості та принцип роботи. Вміти складати розрахункові схеми.

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум, успішно захистити індивідуальне завдання – розрахунково графічну роботу, виконати всі практичні завдання в обумовлений викладачем строк, здати дві модульні роботи у вигляді тестів. Показати систематичний характер знань по дисципліні. Знати принципи дії машин, та розв'язувати задачі прикладного характеру що виникають при їх проектуванні.

**Відмінно (90-100).** Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно», та правильно виконати всі практичні завдання. Досконально знати всі теми та вміти застосовувати їх. Мати всебічне, систематичне та глибоке знання матеріалу та вміти вільно виконувати завдання, проявляти творчі здібності в розумінні, викладанні та використанні матеріалів дисципліни.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Проектування сучасних машин" для магістрів / М-во освіти і науки України, Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", Каф. теорет. механіки, машинознавства та роботомех. систем (№ 202) ; розроб. Колоскова Г. М. - Харків. - Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2019. - 59 с . - [http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/\\_\\_01Proektuvannya\\_Suchasnih.pdf](http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/__01Proektuvannya_Suchasnih.pdf)

### 14. Рекомендована література

1. Проектування поточних ліній: Текст лекцій для студентів спеціальностей 7.05050206, 8.05050206 – «Машини і технології пакування» / Уклад.: А. Я. Карвацький – К. : НТУУ «КПІ», 2014. – 182 с.
2. Костюк В. С. Прикладна механіка та основи конструювання: навч. посібник / В. С. Костюк, Г. Р. Валіулін, Є. В. Костюк. – Київ: НУХТ. Кондор, 2018. – 226 с.

### 15. Інформаційні ресурси

1. Бібліотека ім. В.І. Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua/>
2. Бібліотека ім. В.Г. Короленко. URL: <http://korolenko.kharkov.com/>
3. Бібліотека ХНТУСГ. URL: <https://library.khntusg.com.ua/>
4. Електронна бібліотека. URL: <http://lib.meta.ua/>