



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Мехатронні системи в обробці ТИСКОМ

Шифр та назва спеціальності  
131 - Прикладна механіка

Інститут  
ННІ Механічної інженерії і транспорту

Освітня програма  
Прикладна механіка

Кафедра  
Комп'ютерне моделювання та інтегровані та інтегровані технології обробки тиском (141)

Рівень освіти  
Бакалавр

Тип дисципліни  
Профільна підготовка; вибіркова

Семестр  
8 (6)

Мова викладання  
Українська

## Викладачі, розробники



### Губський Сергій Олександрович

[Sergii.Gubskiy@khp.edu.ua](mailto:Sergii.Gubskiy@khp.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерне моделювання та інтегровані технології обробки тиском НТУ "ХПІ"

Автор та співавтор понад 70 наукових та методичних публікацій. Курси: «Основи інформатики», «Основи моделювання процесів в обробці тиском», «Виробництво гнутих профілів», «Мехатронні системи в обробці тиском», «Автоматизовані комплекси в обробці тиском», «Аддитивні технології та виробництво», «Дослідження технології виробництва гнутих профілів».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Курс "Мехатронні системи в обробці тиском" спрямований на розвиток знань та практичних навичок, необхідних для розуміння і впровадження передових методів в мехатронних системах, що застосовуються в області обробки тиском. Студенти отримають теоретичні знання щодо взаємодії мехатронних систем та процесів обробки тиском, а також практичні навички в проектуванні та ефективному використанні мехатронних систем у виробництві..

### Мета та цілі дисципліни

Отримання знань і розвиток практичних навичок у сфері мехатронних систем в обробці тиском. Здобуття теоретичних основ, розвиток проектувальних навичок, підготовка до роботи в інноваційному виробництві. Розуміння принципів та технічних аспектів взаємодії мехатронних систем та процесів обробки тиском, розроблення та впровадження інноваційних рішень у виробництво.

## Формат занять

Лекції, практичні заняття, самостійна робота, консультації. Індивідуальне розрахункове завдання. Підсумковий контроль – іспит.

## Компетентності

ЗК02 Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.  
ЗК03 Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.  
ЗК04 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.  
ЗК07 Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.  
ЗК09 Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.  
ЗК12 Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.  
ФК06 Здатність виконувати технічні вимірювання, одержувати, аналізувати та критично оцінювати результати вимірювань.  
ФК07 Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань з прикладної механіки.  
ФК09 Здатність представлення результатів своєї інженерної діяльності з дотриманням загальноприйнятих норм і стандартів.  
ФК10 Здатність описувати та класифікувати широке коло технічних об'єктів та процесів, що ґрунтується на глибокому знанні та розумінні основних механічних теорій та практик, а також базових знаннях суміжних наук.  
ФК8.02 Здатність до роботи з сучасним програмним забезпеченням та його використанню у науково-технічній діяльності за фахом. Готовність працювати з мережевими інформаційними ресурсами науковотехнічного спрямування та електронними бібліотеками у межах сфери професійних інтересів.

## Результати навчання

РН02 Використовувати знання теоретичних основ механіки рідин і газів, теплотехніки та електротехніки для вирішення професійних завдань.  
РН08 Знати і розуміти основи інформаційних технологій, програмування, практично використовувати прикладне програмне забезпечення для виконання інженерних розрахунків, обробки інформації та результатів експериментальних досліджень.  
РН09 Знати та розуміти суміжні галузі (механіку рідин і газів, теплотехніку, електротехніку, електроніку) і вміти виявляти міждисциплінарні зв'язки прикладної механіки на рівні, необхідному для виконання інших вимог освітньої програми.  
РН10 Знати конструкції, методики вибору і розрахунку, основи обслуговування і експлуатації приводів верстатного і робототехнічного обладнання.  
РН11 Розуміти принципи роботи систем автоматизованого керування технологічним обладнанням, зокрема мікропроцесорних, вибирати та використовувати оптимальні засоби автоматизації.  
ПРН8.01 Розуміти принципи роботи мехатронних модулів в процесах обробки тиском.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредити ECTS): лекції – 40 год., лабораторні роботи - 10 год., практичні заняття - 10 год., самостійна робота – 90 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Інформатика", "Фізика", "Вступ до фаху", "Основи моделювання процесів в обробці тиском", "Електротехніка, електроніка та мікропроцесорна техніка", "Обладнання для обробки тиском".

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Навчальним планом для студентів передбачена участь в лекціях, лабораторних та практичних заняттях, самостійне опрацювання лекційного матеріалу та тем лабораторних та практичних занять, самостійне вивчення питань, не викладених на лекційних заняттях. Протягом семестру студентам пропонується виконання контрольних робіт. Завершальним етапом вивчення дисципліни є здача заліку.

На лекційних заняттях викладання матеріалу здійснюється в усній формі із записом основних положень лекції у конспект. Для демонстрації презентацій застосовується медіа-проектор та комп'ютер.

Самостійна робота здійснюється з метою засвоєння та відпрацювання навчального матеріалу, формування у студентів самостійності, здатності до підготовки до майбутніх занять та контролів. Самостійна робота забезпечується підручниками, навчально-методичними посібниками, конспектами лекцій та методичними вказівками. 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.

Лабораторні заняття являють собою одну з форм освоєння теоретичного матеріалу з одночасним формуванням практичних навичок. Проведення лабораторних занять припускає вивчення теоретичного матеріалу за темою заняття; виконання необхідних розрахунків і експериментів; оформлення звіту.

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.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1. Мехатроніка та її складові елементи.

Історія розвитку мехатроніки, об'єкти та елементи мехатроніки в транспортних засобах, мехатронні модулі та системи, структурні базиси мехатроніки, а також прилади та засоби діагностування електромехатронних модулів і систем.

#### Тема 2. Датчики в мехатронних системах.

Різноманітні типи датчиків, їх класифікація та основні характеристики. Різні види датчиків, таких як електроконтактні, оптичні, акустичні, температурні та інші, їх принципи роботи.

#### Тема 3. Принципи й рівні розвитку мехатронних систем та методи діагностики.

Принципи будови мехатронних систем, структуру побудови та рівні інтеграції електромехатронних систем, структуру діагностичних систем і засоби діагностики мехатронних систем.

#### Тема 4. Приводи в мехатронних системах.

Вимоги до приводів, включаючи гідравлічні, пневматичні та електричні приводи. Класифікацію електроприводів постійного та змінного струму, включаючи технології керування.

#### Тема 5. Напрями та принципи розвитку модулів технічних систем.

Етапи й закони процесу еволюційного розвитку модулів технічних систем, тенденції розвитку технічних модульних систем, принципи побудови мехатронних модулів робототехнічних систем та принципи робототехніки.

#### Тема 6. Модулі руху в мехатронних системах.

Модулі руху в мехатроніці, включаючи електромеханічні, мехатронні та інтелектуальні модулі. Принципи дії та застосування цих модулів у різних сферах.

#### Тема 7. Теорія надійності та методи прогнозування.

Головні поняття та терміни теорії надійності, методи прогнозування надійності, етапи та задачі надійності, а також прогнозування технічного стану електромехатронних систем.

#### **Тема 8. Мікроконтролерна та комп'ютерна техніка у мехатронних системах.**

Історія розвитку мікроконтролерів, їх характеристики та застосування в мехатронних системах. Роль програмованих логічних контролерів, комп'ютерів та пристроїв збору даних.

#### **Тема 9. Методи та засоби діагностики електромехатронних систем рухомого складу.**

Технічні засоби діагностики, сучасне обладнання діагностики транспортних засобів, види діагностики технічних засобів і їхні параметри, автоматизовані діагностичні системи.

#### **Тема 10. Інтелектуальні рішення в мехатронних системах.**

Інтелектуальні аспекти в мехатронних системах, включаючи розуміння сучасних вимог до датчиків та приводів. Використання штучного інтелекту та автоматизованих рішень для оптимізації функціонування мехатронних систем.

#### **Тема 11. Електромехатронні комплекси та модулі.**

Модульні системи електромехатронних комплексів, сучасне керування в електромехатронних модулях та комплексах, роботизовані електромехатронні системи та модулі.

#### **Тема 12. Ієрархія систем керування у мехатроніці.**

Структура та ієрархія систем керування у мехатроніці, включаючи рівні керування та їх взаємодію. Організація та проектування ефективних систем керування для мехатронних об'єктів.

#### **Тема 13. Моделювання процесів динаміки мехатронних систем.**

Базові положення теорії моделювання, автоматизацію моделювання динаміки мехатронних систем.

#### **Тема 14. ПІД-регулятор: теорія, особливості реальних пристроїв та методи їх налаштування.**

Теорія ПІД-регулятора та його застосування у реальних мехатронних системах. Структура ПІД-регулятора, його елементи та методи налаштування, особливості реалізації на практиці.

#### **Тема 15. Технології виробництва електромехатронних систем.**

Сучасні технології виробництва електромехатронних систем, включаючи процеси збірки, тестування та оптимізації виробничих ліній.

#### **Тема 16. Інтелектуальні мехатронні системи керування.**

Основні концепції штучного інтелекту в контексті мехатроніки. Використання нечіткої логіки, штучних нейронних мереж та нейрокомп'ютерів у системах керування мехатронними об'єктами, а також принципи їхньої реалізації та ефективного навчання.

### **Теми практичних занять**

#### **Тема 1. Застосування датчиків у реальних сценаріях.**

Вивчення різних типів датчиків, обрання та підключення датчиків для вимірювань різних параметрів в середовищі, використовуючи мікроконтролери та візуалізацію результатів.

#### **Тема 2. Експерименти з електроприводами.**

Налаштовування та керування електроприводами різних типів, експерименти зі змінними параметрами, такими як швидкість, обертовий момент та керування.

#### **Тема 3. Збірка та тестування мехатронних модулів руху.**

Збірка та тестування різних модулів руху, оцінка їх продуктивності та можливостей.

#### **Тема 4. Програмування мікроконтролерів.**

Практичні навички програмування мікроконтролерів для керування мехатронними системами та збору даних.

#### **Тема 5. Застосування штучного інтелекту в мехатроніці.**

Використання методів штучного інтелекту для оптимізації функціонування мехатронних систем.

#### **Тема 6. Вивчення ієрархії систем керування за допомогою сучасних програм для моделювання та симуляції.**

Розробка та налаштування моделі мехатронних систем з різними рівнями керування, їхня взаємодія в реальному часі.

#### **Тема 7. Експерименти з ПІД-регулятором на спеціально налаштованому об'єкті.**

Вплив параметрів ПІД-регулятора на систему та налаштуватимуть його для досягнення оптимальної продуктивності.

#### **Тема 8. Застосування нечіткої логіки в системах керування.**

Розробка та налаштування системи керування, використовуючи нечітку логіку для ефективної обробки нечітко визначених вхідних даних.

## Теми лабораторних робіт

### Тема 1. Калібрування та аналіз датчиків.

Визначення точності та динамічного діапазону датчиків за допомогою спеціалізованого обладнання та програмного забезпечення, а також оптимізування їх використання в реальних умовах.

### Тема 2. Програмування частотних перетворювачів.

Основи програмування частотних перетворювачів, програмне забезпечення для керування асинхронним двигуном з використанням частотного векторного керування.

### Тема 3. Розробка інтелектуального модуля руху.

Розробка програмного забезпечення для інтелектуального модуля руху, використовуючи алгоритми штучного інтелекту та машинного навчання.

### Тема 4. Використання промислових комп'ютерів.

Властивості та можливості промислових комп'ютерів у реальних умовах виробництва, розробка програмного забезпечення для взаємодії з мехатронними системами.

### Тема 5. Розробка інтелектуального керування.

Розробка алгоритму інтелектуального керування для мехатронних систем, використовуючи методи штучного інтелекту та додаткові сенсори для оптимізації взаємодії системи з оточенням.

### Тема 6. Проектування та впровадження ієрархії систем керування.

Розробка керуючих систем для мехатронних об'єктів на різних рівнях ієрархії, включаючи алгоритми та апаратне забезпечення для взаємодії між рівнями.

### Тема 7. Розробка та налаштування ПІД-регулятора на реальному об'єкті.

Реалізація ПІД-регулятора на мехатронному об'єкті, експериментальне визначення його характеристик.

### Тема 8. Реалізація нейронної мережі для керування мехатронним об'єктом.

Розробка та тренування штучної нейронної мережі для автономного керування мехатронним об'єктом, вивчаючи процес навчання та ефективність моделі.

## Самостійна робота

Курс передбачає ознайомлення студентів з додатковими матеріалами (відео, статті) для самостійного вивчення та аналізу.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Сучасні електромехатронні комплекси і системи : навч. посібник / Т. П. Павленко, В. М. Шавкун, О. С. Козлова, Н. П. Лукашова ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2019. – 116 с.
2. Ловейкін В. С. Мехатроніка: навч. посібник / В. С. Ловейкін, Ю. О. Ромасевич, Ю. В. Човнюк. – Київ : ЦП «Компринт», 2012. – 358 с.
3. Bishop R. H. The Mechatronics Handbook / R. H. Bishop. – Boca Raton : CRC Press, 2002. – 1229 p.
4. Попович М. Г. Електромеханічні системи автоматичного керування та електропривод / М. Г. Попович, О. Ю. Лозинський, В. Б. Клепиков. – Київ : Либідь, 2005. – 678 с.
5. Яцун М. А. Експлуатація та діагностування електричних машин і апаратів : навч. посібник / М. А. Яцун, А. М. Яцун. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. – 228 с.
6. Лудченко О. А. Технічне обслуговування і ремонт автомобілів : організація і управління : підручник / О. А. Лудченко. – Київ : Знання-Прес, 2004. – 478 с.
7. Технічна експлуатація та надійність автомобілів : навч. посібник / [Є. Ю. Форнальчик, М. С. Оліскевич, О. Л. Мاستикаш Р. А. Пельо]. – Львів : Афіша, 2004. – 492 с.
8. Антощенко Р. В. Динаміка та енергетика руху багатоелементних машинно-тракторних агрегатів / Р. В. Антощенко. – Харків : ХНТУСГ, «Міськдрук», 2017. – 244 с.
9. Мехатроніка транспортних засобів та систем / В. О. Алексієв, В. П. Волков, В. І. Калмиков. – Харків : ХНАДУ, 2004. – 176 с.
11. Дудюк Д. Л. Гнучке автоматизоване виробництво і роботизовані

комплекси : навч. посібник / Д. Л. Дудюк, С. С. Мазепа, М. М. Мисик. – Львів : «Магнолія плюс» СПД ФО В. М. Піча, 2005. – 278 с.

10. Цвіркун Л. І. Робототехніка та мехатроніка: навч. посібник / Л. І. Цвіркун, Г. Грулер ; Нац. гірничий ун-т. – 2-ге вид., випр. – Дніпропетровськ : НГУ, 2010. – 224 с. 115

11. Тевяшев А. Д. Канонічний вигляд квадратичної форми. Метод Лагранжа зведення квадратичної форми до канонічного вигляду / А. Д. Тевяшев, О. Г. Литвин // Вища математика : збірник задач. – Харків : СМІТ, 2010. Ч. 1 у 3-х частинах : Лінійна алгебра та аналітична геометрія. – С. 164–166.

12. Яглінський В. П. Моделювання динамічних процесів роботизованого виробництва / В. П. Яглінський, Д.В. Іоргачев. – Одеса : АстроПрінт, 2004. – 234 с.

13. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу "Автоматизація та роботизація ковальсько-штампувального обладнання" [Електронний ресурс] : для студентів освіт. програми "Прикладна механіка" ден. і заоч. форми навчання / уклад.: С. О. Губський [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2021. – 36 с.

14. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу «Адитивні технології та виробництво» для студентів освітньої програми «Прикладна механіка» денної і заочної форми навчання / уклад. : С. О. Губський, В. Л. Чухліб, А. В. Ашкелянєць, О. А. Юрченко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2023. – 55 с.

### Додаткова література

1. Діагностування рухомого складу електричного транспорту : конспект лекцій для студентів усіх форм навчання спеціальності 7.05070203, 8.05070203 – Електричний транспорт / В. Х. Далека, М. Г. Шульженко, В. І. Коваленко, В. М. Шавкун; Харків. нац. акад. міськ. госп-ва : – Харків : ХНАМГ, 2011. – 99 с.

2. Методичні вказівки до практичних занять з дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» : для студентів усіх форм навчання спеціальності 7.05070203, 8.05070203 – Електричний транспорт / Харків. нац. акад. міськ. госп-ва ; уклад. : В. Х. Далека, М. Г. Шульженко, В. М. Шавкун. – Харків : ХНАМГ, 2011. – 71 с.

3. Методичні вказівки до виконання самостійної роботи з дисципліни «Діагностування рухомого складу електричного транспорту» : для студентів 5 курсу всіх форм навчання спеціальності 7.05070203, 8.05070203 – Електричний транспорт та слухачів другої вищої освіти спеціальності 7.05070203 – Електричний транспорт / Харків. нац. акад. міськ. госп-ва ; уклад. : М. Г. Шульженко, В. М. Шавкун. – Харків : ХНАМГ, 2012. – 32 с.

4. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу "Основи моделювання процесів в обробці тиском" [Електронний ресурс] : для студентів освіт. програми "Прикладна механіка" ден. і заоч. форми навчання / уклад.: А. О. Окунь [та ін.] ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Електрон. текст. дані. – Харків, 2021. – 88 с.

5. Методичні вказівки до виконання лабораторних і практичних робіт з курсу «Основи інформаційних технологій в обробці тиском» для студентів освітньої програми «Прикладна механіка» денної і заочної форми навчання / уклад. : С.О. Губський, В.Л. Чухліб. –Харків: НТУ «ХПІ», 2020. – 76 с.

6. <http://repository.kpi.kharkov.ua/>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді заліку (30%) та поточного оцінювання (70%).

Залік: письмове завдання (3 запитання) 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

20.06.2023 р. (Протокол №28)

Завідувач кафедри  
Віталій ЧУХЛІБ

Гарант ОП  
Олександр ШЕЛКОВИЙ