



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# САПР мехатронних систем транспортних засобів (МС ТЗ).

**Шифр та назва спеціальності**

G11 – Машинобудування

**Спеціалізація**

G11.05 Транспортні засоби

**Освітня програма**

Транспортно-технологічні машини  
і обладнання

**Рівень освіти**

Перший (бакалаврський)

**Семестр**

7

**Інститут**

ННІ Механічної інженерії і транспорту

**Кафедра**

Інформаційні технології і системи колісних та гусеничних машин ім. О. О. Морозова (153)

**Тип дисципліни**

Дисципліна вільного вибору студента  
професійної підготовки

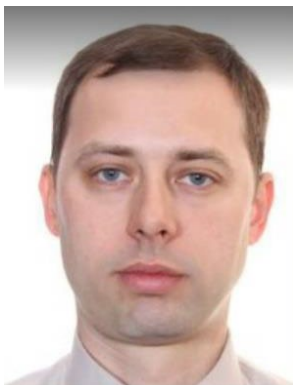
**Форма навчання**

Денна, заочна

**Мова викладання**

Українська

## Викладачі, розробники

**СІВИХ Дмитро Георгійович**

[Dmytro.Sivykh@khipi.edu.ua](mailto:Dmytro.Sivykh@khipi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри інформаційних технологій і систем колісних та гусеничних машин ім. О.О. Морозова НТУ «ХПІ».

Досвід роботи - 23 роки. Автор та співавтор понад 25 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Компоненти мехатронних систем», «САПР мехатронних систем транспортних засобів», «Інформаційні технології в транспортно-технологічних машинах і обладнанні», «Мікропроцесорні системи в транспортно-технологічних машинах і обладнанні»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

**Анотація**

Дисципліна спрямована на надання вмінь застосовувати сучасні програмні засоби для автоматизованого проектування електронних вузлів керування на друкованих платах.

**Мета та цілі дисципліни**

Надбання практичних навичок роботи у програмах автоматизованого проектування для розробки конструкторської документації: структурних та електричних схем з переліком елементів, креслень друкованих плат контролерів систем керування транспортними засобами, збірних креслень електронних вузлів на друкованих платах зі специфікаціями..

## Формат занять

Лекції, практичні заняття, розрахунково-графічне завдання, консультації. Підсумковий контроль – диференційований залік.

## Компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.

ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК11. Здатність працювати в команді.

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.

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

ФК7. Здатність приймати ефективні рішення щодо вибору конструкційних матеріалів, обладнання, процесів та поєднувати теорію і практику для розв'язування інженерного завдання.

ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.

ФК11. Здатність застосовувати комп'ютеризовані системи проектування (CAD), виробництва (CAM), інженерних досліджень (CAE) та спеціалізоване прикладне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань у сфері транспортно-технологічних машин та обладнання.

ФК12. Здатність обирати раціональні підходи і технічні засоби до розробки технічних об'єктів та систем транспортно-технологічних машин та обладнання, створювати конкурентоспроможні технічні об'єкти, застосовувати критерії для оцінки їх функціональної, експлуатаційної, енергетичної та загальної ефективності.

## Результати навчання

РН1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі.

РН2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку.

РН3. Знати і розуміти системи автоматичного керування об'єктами та процесами галузевого машинобудування, мати навички їх практичного використання.

РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.

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.

РН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу.

РН8. Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання.

РН9. Обирати і застосовувати потрібне обладнання, інструменти та методи.

РН10. Розуміти проблеми охорони праці та правові аспекти інженерної діяльності у галузевому машинобудуванні, навички прогнозування соціальних й екологічних наслідків реалізації технічних завдань.

РН11. Вільно спілкуватися з інженерним співтовариством усно і письмово державною та іноземною мовами.

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

РН13. Розуміти структури і служб підприємств галузевого машинобудування.

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

PH15. Мати навички практичного використання комп'ютеризованих систем проектування (CAD), підготовки виробництва (CAM) та інженерних досліджень (CAE) у сфері транспортно-технологічних машин та обладнання.

### Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год.: 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

Під час лекційних занять проводиться доведення матеріалу з теми заняття із застосуванням наявних наочних матеріалів, а також прикладів із повсякденного життя. Крім того, для встановлення зворотного зв'язку зі студентами та визначення ступеня освіченості студентів з теми заняття вони залучаються до бесіди. З метою більш твердого засвоєння матеріалу передбачено проведення циклу практичних занять по придбанню вмінь з принципів автоматизованого проектування електронних вузлів мехатронних систем транспортних засобів. Самостійна робота є складовою частиною засвоєння матеріалу. Самостійна робота проводиться при підготовці до практичних занять, до модульних контрольних робіт, а також для поглиблення вивченого матеріалу по запропонованій літературі.

## Програма навчальної дисципліни

### Навчальні заняття

#### Лекції

#### Теми лекцій

#### Кількість годин

#### **Тема 1. Тема 1. Загальні відомості про систему автоматизованого проектування друкованих плат P-CAD.**

Етапи розвитку системи P-CAD. Система автоматизованого проектування P-CAD як модульна ієрархічна структура. Загальні принципи роботи у різних модульних програмах системи, команди. Інтерфейс користувача, команди огляду та розміщення об'єктів. Призначення розширень імен файлів, файловий обмін між різними програмами системи P-CAD.

2

#### **Тема 2. Створення символів компонента для схем електричних принципів.**

Створення нового символу компонента за допомогою програми-майстра Symbol Wizard. Завдання атрибутів елемента. Гомогенність та гетерогенність елементів, декілька елементів у одному фізичному корпусі.

2

#### **Тема 3. Створення посадкового місця компонента для розміщення на друковану плату.**

Створення нового посадкового місця компонента за допомогою програми-майстра Pattern Wizard, та редагування існуючого.

2

#### **Тема 4. Запис інформації про компонент у базу даних.**

Принципи заповнювання таблиць контактів, об'єднання інформації про умовне позначення та про посадкове місце у єдину базу даних бібліотечного елемента системи P-CAD.

2

#### **Тема 5. Створення нового символу компонента за допомогою програми P-CAD Schematic.**

Редагування існуючого умовного позначення за допомогою програми P-CAD Schematic.

2

Теми лекцій	Кількість годин
<p><b>Тема 6. Розміщення та з'єднання елементів на схемі.</b>  Настроювання конфігурації, підключення бібліотек, розміщення елементів та підключення електричних ланцюгів згідно зі схемою. Об'єднання електричних ланцюгів в разі великої їх кількості у загальну електричну шину. Завдання атрибутів для елементів електричної схеми.</p>	2
<p><b>Тема 7. Редагування електричної схеми.</b>  Завдання імен електричних ланцюгів та портів шини. Нанесення написів, зміна стилів тексту. Зміна позиційних позначок, управління відображенням атрибутів елементів. Збереження бази даних схеми електричної принципової. Контроль та перевірка електричних помилок при створенні схеми, створення файлу списку з'єднань.</p>	2
<p><b>Тема 8. Підготовка схеми до друку через друкуючі пристрої у програмі P-CAD Schematic.</b>  Складання файлів про використані матеріали та компоненти, що є основою для оформлення переліку елементів.</p>	2
<p><b>Тема 9. Створення нового посадкового місця компонента за допомогою програми P-CAD PCB.</b>  Редагування існуючого посадкового місця компонента за допомогою програми P-CAD PCB.</p>	2
<p><b>Тема 10. Розміщення елементів на друкованій платі.</b>  Структура та призначення шарів в системі для конструювання друкованих плат, управління шарами.</p>	2
<p><b>Тема 11. Оформлення даних друкованої плати.</b>  Загрузка файла списку з'єднань, завдання контурів друкованої плати, розміщення елементів по поверхні друкованої плати.</p>	2
<p><b>Тема 12. Завдання технологічних параметрів друкованої плати.</b>  Обрання мінімальних за технологією та класом точності параметрів ширини друкованих провідників та зазорів між елементами друкованого малюнку.</p>	2
<p><b>Тема 13. Об'єднання електричних ланцюгів у групи, завдання ширини провідників в залежності від діючої сили струму.</b>  Завдання зазорів між провідниками в залежності від діючої напруги між ними.</p>	2
<p><b>Тема 14. Автоматичне розміщення елементів на друкованій платі за допомогою програми SPECCTRA.</b>  Створення DO-файлу. Команди автоматичного розміщення елементів на друкованій платі у програмі SPECCTRA.</p>	2
<p><b>Тема 15. Автоматичне трасування електричних ланцюгів на друкованій платі за допомогою програми SPECCTRA.</b>  Створення DO-файлу. Команди автоматичного трасування електричних ланцюгів на друкованій платі у програмі SPECCTRA.</p>	2
<p><b>Тема 16. Збереження бази даних друкованої плати.</b>  Редагування результатів трасування. Контроль та перевірка помилок при розміщенні та трасуванні. Складання звітів за результатами трасування.</p>	2
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>32</b>

## Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин
<b>Тема 1. Ознайомчий огляд структури автоматизованої системи проектування електронних вузлів на друкованих платах P-CAD.</b> Застосування команд. Створення бібліотечного елемента резистора. Створення бібліотечного елемента мікросхеми.	2
<b>Тема 2. Створення бази даних електричної схеми типового електронного вузла.</b> Запис файла списку з'єднань.	2
<b>Тема 3. Упаковка елементів на друковану плату.</b> Завдання технологічних параметрів типового електронного вузла. Розміщення радіоелементів на поверхні друкованої плати типового електронного вузла у програмі SPECCTRA. Підготовка до трасування.	2
<b>Тема 4. Автоматичне трасування топології друкованої плати типового електронного вузла у програмі SPECCTRA.</b> Підготовка до трасування.	2
<b>Тема 5. Підготовка всіх результатів для оформлення відповідних креслень та.</b> Експортування файлів у програмі автоматизованого проектування Solid Works.	2
<b>Тема 6. Підготовка всіх результатів для оформлення відповідних креслень та.</b> Експортування файлів у програмі автоматизованого проектування AutoCAD.	2
<b>Тема 7. Підготовка даних для файлів, що містять супроводжувальну інформацію до креслень (перелік елементів, специфікація).</b> Створення тривимірної моделі електрорадіоелемента та запис її у бібліотеку.	2
<b>Тема 8. 3D проектування.</b> Створення тривимірної моделі електронного вузла на друкованій платі, використовуючи отриману за допомогою програми P-CAD PCB інформацію.	2
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>16</b>

## Лабораторні заняття

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

## Контрольні роботи

Теми контрольних робіт	Вагові коефіцієнти <i>b</i>
<b>Тема 1. Система автоматизованого проектування друкованих плат P-CAD.</b> Що таке система автоматизованого проектування P-CAD? Яке її призначення? Опишіть основні етапи розвитку системи P-CAD. Поясніть модульну ієрархічну структуру системи P-CAD та призначення її основних модулів. Які основні принципи роботи в модульних програмах P-CAD? Охарактеризуйте інтерфейс користувача P-CAD та основні команди огляду і розміщення об'єктів. Поясніть призначення розширень імен файлів у системі P-CAD та особливості файлового обміну між модулями. Що таке символ компонента електричної схеми? Які вимоги до нього висуваються? Призначення та можливості програми Symbol Wizard. Поясніть поняття гомогенних і гетерогенних елементів. Що означає наявність декількох логічних елементів в одному фізичному корпусі? Опишіть послідовність створення нового символу компонента за допомогою Symbol Wizard. Які атрибути компонента задаються при створенні умовного	

позначення? Поясніть принципи створення посадкового місця компонента за допомогою Pattern Wizard. Як відбувається об'єднання інформації про символ та посадкове місце в бібліотечний елемент P-CAD? Опишіть процес розміщення та з'єднання елементів на електричній принциповій схемі. Яким чином здійснюється об'єднання великої кількості електричних ланцюгів у шину? Перелічіть основні можливості редагування електричної схеми у P-CAD Schematic. Яке призначення перевірки електричних помилок (ERC) та файлу списку з'єднань? Опишіть підготовку електричної схеми до друку. Які документи формуються на основі схеми для переліку елементів?

1,0

## **Тема 2. Проектування друкованої плати та автоматичне трасування.**

Призначення програми P-CAD PCB та її місце в загальному циклі проектування. Що таке посадкове місце компонента і які вимоги до нього висуваються? Опишіть структуру шарів друкованої плати та їх призначення. Які типи шарів використовуються при конструюванні друкованих плат? Поясніть призначення файлу списку з'єднань (Netlist). Що таке контур друкованої плати та як він задається? Основні принципи розміщення елементів на поверхні друкованої плати. Які технологічні параметри друкованої плати задаються в P-CAD PCB? Поясніть поняття класу точності друкованої плати. Як вибираються мінімальні ширини провідників і зазори між ними? Опишіть процес завдання ширини провідників залежно від сили струму. Як встановлюються зазори між провідниками залежно від напруги? Поясніть принцип об'єднання електричних ланцюгів у групи. Призначення програми SPECCTRA та її взаємодія з P-CAD PCB. Що таке DO-файл? Яку інформацію він містить? Основні команди автоматичного розміщення елементів у SPECCTRA. Основні команди автоматичного трасування електричних ланцюгів. Які етапи включає редагування результатів автоматичного трасування? Які види помилок можуть виникати при розміщенні та трасуванні плати? Які звіти формуються за результатами трасування та для чого вони використовуються?

1,0

**Загалом**

2,0

## **Самостійна робота**

### **Опрацювання теоретичного матеріалу**

Теми лекцій Кількість годин

#### **Тема 1. Тема 1. Загальні відомості про систему автоматизованого проектування друкованих плат P-CAD.**

Етапи розвитку системи P-CAD.

2

#### **Тема 2. Створення символів компонента для схем електричних принципів.**

Гомогенність та гетерогенність елементів, декілька елементів у одному фізичному корпусі.

2

#### **Тема 3. Створення посадкового місця компонента для розміщення на друковану плату.**

Редагування існуючого посадкового місця компонента.

2

#### **Тема 4. Запис інформації про компонент у базу даних.**

Принципи заповнювання таблиць контактів.

2

#### **Тема 5. Створення нового символу компонента за допомогою програми P-CAD Schematic.**

Редагування існуючого умовного позначення.

2

#### **Тема 6. Розміщення та з'єднання елементів на схемі.**

Завдання атрибутів для елементів електричної схеми.

2

Теми лекцій	Кількість годин
<b>Тема 7. Редагування електричної схеми.</b> Зміна позиційних позначок, управління відображенням атрибутів елементів.	2
<b>Тема 8. Підготовка схеми до друку через друкуючі пристрої у програмі P-CAD Schematic.</b> Складання файлів про використані матеріали та компоненти.	2
<b>Тема 9. Створення нового посадкового місця компонента за допомогою програми P-CAD PCB.</b> Редагування існуючого посадкового місця компонента.	2
<b>Тема 10. Розміщення елементів на друкованій платі.</b> Управління шарами.	2
<b>Тема 11. Оформлення даних друкованої плати.</b> Загрузка файла списку з'єднань.	2
<b>Тема 12. Завдання технологічних параметрів друкованої плати.</b> Обрання мінімальних за технологією та класом точності параметрів ширини друкованих провідників та зазорів між елементами друкованого малюнку.	2
<b>Тема 13. Об'єднання електричних ланцюгів у групи, завдання ширини провідників в залежності від діючої сили струму.</b> Завдання зазорів між провідниками в залежності від діючої напруги між ними.	2
<b>Тема 14. Автоматичне розміщення елементів на друкованій платі за допомогою програми SPECCTRA.</b> Створення DO-файлу.	2
<b>Тема 15. Автоматичне трасування електричних ланцюгів на друкованій платі за допомогою програми SPECCTRA.</b> Створення DO-файлу.	2
<b>Тема 16. Збереження бази даних друкованої плати.</b> Складання звітів за результатами трасування.	2
<b>Загальна кількість годин</b>	<b>32</b>

### **Тематика індивідуальних завдань**

Завданням на розрахунково-графічну роботу має бути мікропроцесорний пристрій керування вузлом, агрегатом або системою транспортного засобу, який розробляється на рівні ескізного проекту на підставі заданих технічних вимог. Прототипом, за консультацією з викладачем, може бути такий транспортний засіб, що виробляється, або дуже розповсюджений у експлуатації в Україні.

За складеною електричною схемою в програмі P-CAD виконується:

1. Підготовка бази даних радіоелементів у вигляді бібліотеки елементів P-CAD.
2. Введення схеми електричної принципової, та завдання всіх необхідних атрибутів.
3. Виконання розміщення елементів на поверхні плати.
4. Проведення трасування електричних ланцюгів.

За допомогою програми 3D оформлюються: структурна схема системи керування; функційна схема контролера; принципова схема контролера з переліком елементів; друкована плата контролера; збірний кресленик зі специфікацією електронного вузла контролера зі встановленими на нього елементами та конструкційними засобами відводу тепла та підвищення механічної стійкості.

Робота виконується відповідно до вимог стандарту

«СТВУЗ-ХПІ-3.01-2025. Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання».

**Загальна кількість годин**

**40**

## Неформальна освіта

До неформальної освіти відносяться: професійні курси/тренінги, громадянська освіта, онлайн освіта, професійні стажування тощо. Зарахування результатів навчання, набутих у неформальній освіті розповсюджується як на нормативні, так і на вибіркові навчальні дисципліни/освітні компоненти. Рекомендовані в силабусі елементи неформальної освіти можуть бути зараховані за спрощеною процедурою без додаткової валідації результатів (створення предметної комісії).

## Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

### Основна література

1. Pakdel, Majid. Fast PCB Design with Altium Designer. Австралія, Central West Publishing, 2021.
2. Zheng Li, Jeremy. CAD, 3D Modeling, Engineering Analysis, and Prototype Experimentation: Industrial and Research Applications. Німеччина, Springer International Publishing, 2015.
3. Комп'ютерне проектування електронних схем: Методичні вказівки до виконання комп'ютерних практикумів для студентів напряму підготовки 6.051003 «Приладобудування» [Електронний ресурс] / Уклад.: Р.М. Галаган, К.М. Серий. - К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. - 163 с.

### Інформаційні ресурси в інтернеті

1. Сайт підтримки користувачів САПР – <http://www.cad.dp.ua/>

## 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  $k$ :

Поточний контроль (практичні, семінарські, лабораторні заняття), $k_1$	Контрольні роботи (за наявності), $k_2$	Індивідуальне завдання (за наявності), $k_3$	Підсумковий контроль (для ОК з іспитом), $k_4$
0	0,4	0,6	-

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:

$$O = П \cdot k_1 + K \cdot k_2 + I \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де:  $П$  – середньозважена середня оцінка за поточний контроль  
 $I$  – оцінка за виконання індивідуального завдання  
 $K$  – середньозважена оцінка за контрольні роботи  
 $Пк$  – оцінка за підсумковий контроль

$$П = \frac{П_1 \cdot a_1 + П_2 \cdot a_2 + \dots + П_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

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  $\bar{O}$  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**

Дмитро СІВИХ

30.08.2025

**Гарант ОП**

Олександр ОСТРОВЕРХ