



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Технологія виробництва мехатронних систем транспортних засобів.

Шифр та назва спеціальності

G11 – Машинобудування

Спеціалізація

G11.05 Транспортні засоби

Освітня програма

Транспортно-технологічні машини
і обладнання

Рівень освіти

Перший (бакалаврський)

Семестр

8

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

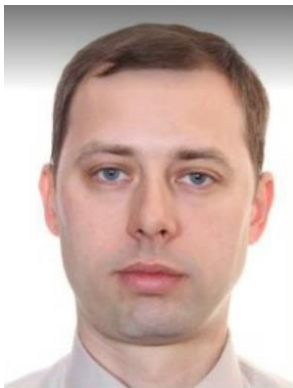
Форма навчання

Денна, заочна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**СІВИХ Дмитро Георгійович**

Dmytro.Sivykh@khpі.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 формування теоретичних знань та практичних навичок з принципів виробництва мікропроцесорних пристроїв керування вузлами, агрегатами та системами транспортних засобів, конструкцій друкованих плат, методів їх виготовлення, технологічного обладнання для виготовлення друкованих плат та конструкційні матеріали, контроль та випробування плат, надійність та ремонтпридатність мікропроцесорних пристроїв та їх окремих вузлів.

Мета та цілі дисципліни

Надання студентам знань про технологію та особливості виготовлення друкованих плат електронних вузлів мікропроцесорних систем, методи формування структури плат, вимог щодо проектування електронних вузлів мікропроцесорних систем та до їх надійної роботи, різноманітність конструкційних матеріалів та технологічного обладнання і оснащення.

Формат занять

Лекції, практичні заняття, розрахункове завдання, консультації. Підсумковий контроль – диференційований залік.

Компетентності

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

Результати навчання

РН 1. Знання і розуміння засад технологічних, фундаментальних та інженерних наук, що лежать в основі галузевого машинобудування відповідної галузі. РН 2. Знання та розуміння механіки і машинобудування та перспектив їхнього розвитку. РН 5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи. РН 8. Розуміти відповідні методи та мати навички конструювання типових вузлів та механізмів відповідно до поставленого завдання. РН 10. Розуміти проблеми охорони праці та правові аспекти інженерної діяльності у галузевому машинобудуванні, навички прогнозування соціальних й екологічних наслідків реалізації технічних завдань. РН 13. Розуміти структури і служб підприємств галузевого машинобудування.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год.: лекції – 20 год., практичні заняття – 20 год., самостійна робота – 80 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

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

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

При вивченні дисципліни студенти знайомляться з найсучаснішими досягненнями в галузі виробництва друкованих плат мікропроцесорних пристроїв: багатошарові друковані плати, поверхневий монтаж з однієї чи двох сторін SMD компонентів провідних фірм (Intel, Motorola, Siemens, Atmel та ін.), сучасні методи пайки інфрачервоним чи лазерним випромінюванням. Закріплення теоретичних знань, придбання практичних навичок роботи забезпечується при проведенні практичних занять. На самостійну роботу виносяться питання, що не становлять ядро теми.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій

Кількість годин

Тема 1. Вступ.

Основні визначення та технічні вимоги до друкованих плат, класифікація друкованих плат. Основні поняття, умовні позначки та термінологія.

2

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 2. Класифікація методів виготовлення друкованих плат. Субстрактивний та адитивний методи виготовлення, порівняльна характеристика їх між собою. Способи отримання струмопровідного малюнку.	2
Тема 3. Конструкційні матеріали для виготовлення друкованих плат. Характеристики конструкційних матеріалів, контроль параметрів матеріалів. Точність друкованих плат.	2
Тема 4. Конструкції та типи друкованих плат. Односторонні та двосторонні друковані плати. Види багат шарових друкованих плат. Вимоги до виготовлення плат на керамічних та на поліамідних основах.	2
Тема 5. Технологічна оснастка для виготовлення друкованих плат. Різноманіття та особливості виготовлення технологічної оснастки, технологічне обладнання для її виготовлення.	2
Тема 6. Металізація елементів структури друкованих плат. Різноманіття металізації структурних елементів друкованих плат. Матеріали та технологічне обладнання для металізації.	1
Тема 7. Формування малюнка друкованих плат. Сіткографічний та фотохімічний методи формування малюнку на платі. трафаретні фарби, захисні покриття, фоторезисти. Оснастка та обладнання для нанесення малюнку структурних елементів плати.	1
Тема 8. Травлення міді з пропускових місць. Хімічний та електрохімічний спосіб. Розчини травлення. Сумісність розчинів з фарбами і фоторезистами. Установки для різних методів травлення.	1
Тема 9. Вимоги до розмірів та зазорів між елементами плати. Вимоги щодо розмірів контактних місць. Друковані провідники, їх ширина в залежності від сили струму, зазори між елементами струмопровідного малюнка друкованих плат в залежності від напруги. Співвідношення залежності вигляду, розмірів та зазорів елементів плати від електричних умов застосування.	1
Тема 10. Механічна обробка друкованих плат. Обробка по контуру, обробка отворів, чистовий контур. Свердлувальні станки з ЧПК.	1
Тема 11. Маркування. Нанесення захисного покриття. Вимоги до нанесення, умовні позначки на друкованій платі. Різноманіття матеріалів для нанесення захисного покриття. Обладнання.	1
Тема 12. Класифікація способів встановлення радіоелементів. Типи монтажу елементів в залежності від сторін встановлення та співвідношення елементів, виконаних у різних типах корпусів. Монтаж радіоелементів з выводами, що встановлюються у наскрізні отвори друкованих плат. Монтаж радіоелементів з плоскими контактами на поверхню друкованої плати.	1
Тема 13. Матеріали, обладнання та способи закріплення і встановлення радіоелементів. Властивості припойних паст та вимоги до їх змісту. Нанесення паст, методи. Приклеювання радіоелементів, методи. Автоматичне та напівавтоматичне обладнання для нанесення клеїв та припойних паст.	1
Тема 14. Групові методи закріплення пайкою радіоелементів на друкованих платах. Пайка хвилею розплавленого припою, пайка інфрачервоним випромінюванням, пайка у парогазовому середовищі, лазерна пайка. Обладнання.	1

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 15. Технологічні операції, що використовуються для монтажу радіоелементів. Типова схема послідовності технологічних операцій для монтажу елементів на платі. Залежність послідовності типових технологічних операцій від обраного типу встановлення та пайки елементів.	1
Загальна кількість годин	20

Практичні заняття

Теми практичних занять	Кількість годин
Тема 1. Загальна побудова модуля системи керування Bosch Motronic. Ознайомлення з конструкцією друкованого модуля системи керування Bosch Motronic та його функціональними вузлами.	2
Тема 2. Вивчення побудови друкованої плати із склотекстоліту для одностороннього монтажу. Вивчення особливостей побудови односторонньої друкованої плати зі склотекстоліту.	2
Тема 3. Вивчення побудови друкованої плати із склотекстоліту для двостороннього поверхневого монтажу. Аналіз структури двосторонньої друкованої плати зі склотекстоліту для поверхневого монтажу.	2
Тема 4. Побудова керамічної друкованої плати для одностороннього монтажу. Ознайомлення з технологією виготовлення керамічної друкованої плати для одностороннього монтажу.	2
Тема 5. Виготовлення односторонньої друкованої плати. Практичне виготовлення односторонньої друкованої плати з використанням базових технологічних операцій.	2
Тема 6. Виготовлення двосторонньої друкованої плати. Практичне виготовлення двосторонньої друкованої плати з урахуванням технології з'єднання шарів.	2
Тема 7. Нанесення захисного покриття та маркування. Нанесення захисного покриття на друковану плату та виконання маркування елементів.	2
Тема 8. Формування виводів радіоелементів. Формування та підготовка виводів радіоелементів до монтажу.	2
Тема 9. Інструмент та матеріали для ручного монтажу радіоелементів. Ознайомлення з інструментами та матеріалами, що застосовуються для ручного монтажу радіоелементів.	2
Тема 10. Монтаж радіоелементів у наскрізні отвори. Виконання монтажу радіоелементів у наскрізні отвори друкованої плати.	2
Загальна кількість годин	20

Лабораторні заняття

Лабораторні роботи в рамках дисципліни не передбачені.

Контрольні роботи

Вступ до спеціальності. Ознайомча практика.



Теми контрольних робіт

Тема 1. Основи конструкції та технології виготовлення друкованих плат. Дати визначення друкованої плати та пояснити її основні функції. Навести класифікацію друкованих плат за конструкцією та матеріалами. Порівняти субстрактивний та адитивний методи виготовлення друкованих плат. Охарактеризувати основні конструкційні матеріали для виготовлення плат та їх властивості. Пояснити відмінності між односторонніми, двосторонніми та багатошаровими платами. Описати технологічну оснастку, що використовується при виготовленні друкованих плат. Розкрити сутність процесу металізації елементів структури плати. Пояснити методи формування малюнка друкованої плати (сіткографічний, фотохімічний).	1,0
Тема 2. Технологічні процеси обробки, монтажу та пайки друкованих плат. Охарактеризувати хімічний та електрохімічний способи травлення міді. Визначити вимоги до розмірів контактних місць та зазорів між провідниками. Пояснити особливості механічної обробки друкованих плат (свердління, контурна обробка). Описати процес нанесення захисного покриття та маркування. Навести класифікацію способів встановлення радіоелементів. Охарактеризувати матеріали та обладнання для закріплення радіоелементів. Пояснити групові методи пайки радіоелементів (хвиля припою, ІЧ-пайка, лазерна пайка). Скласти схему послідовності технологічних операцій монтажу елементів на платі.	1,0
Загалом	2,0
Самостійна робота	
Опрацювання теоретичного матеріалу	
Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Вступ. Роль друкованих плат у сучасних смартфонах чи комп'ютерах.	2
Тема 2. Класифікація методів виготовлення друкованих плат. Вибрати конкретний пристрій (наприклад, блок живлення) і визначити, який метод виготовлення плати для нього доцільніший.	2
Тема 3. Конструкційні матеріали для виготовлення друкованих плат. Підібрати матеріал для плати, яка працюватиме в умовах високої температури, та обґрунтувати вибір.	2
Тема 4. Конструкції та типи друкованих плат. визначити, який тип плати (одностороння, двостороння чи багатошарова) потрібен для сучасного ноутбука.	2
Тема 5. Технологічна оснастка для виготовлення друкованих плат. Скласти список обладнання, яке необхідне для виготовлення невеликої серії плат у навчальній лабораторії.	2
Тема 6. Металізація елементів структури друкованих плат. Описати практичний приклад, де металізація отворів критично важлива (наприклад, у материнській платі).	2
Тема 7. Формування малюнка друкованих плат. Підготувати план дій для нанесення малюнка на плату методом фотолітографії.	2
Тема 8. Травлення міді з пропускових місць. Скласти інструкцію для безпечного проведення хімічного травлення у лабораторних умовах.	2
Теми лекцій	Кількість годин

Тема 9. Вимоги до розмірів та зазорів між елементами плати. Розрахувати ширину провідника для плати живлення світлодіодної лампи.	2
Тема 10. Механічна обробка друкованих плат. Описати процес свердління отворів для монтажу елементів у конкретному макеті плати.	2
Тема 11. Маркування. Нанесення захисного покриття. Скласти план маркування плати для зручності монтажу та ремонту.	2
Тема 12. Класифікація способів встановлення радіоелементів. Визначити, який спосіб монтажу краще застосувати для плати смартфона.	2
Тема 13. Матеріали, обладнання та способи закріплення і встановлення радіоелементів. Підібрати припойну пасту для монтажу елементів у пристрої з високою щільністю компонентів.	2
Тема 14. Групові методи закріплення пайкою радіоелементів на друкованих платах. Описати, який метод групової пайки доцільно використати для масового виробництва.	2
Тема 15. Технологічні операції, що використовуються для монтажу радіоелементів. Скласти послідовність монтажних операцій для плати блоку живлення.	2
Загальна кількість годин	30

Тематика індивідуальних завдань

Завданням на розрахунково-графічну роботу має бути:

Для контролера системи керування транспортним засобом виконати:

1. Вибір класу точності друкованої плати. Вимоги до конструкції.
2. Вибір матеріалу друкованої плати.
3. Вибір методу виготовлення двoshарової друкованої плати. Характеристики технологічних операцій. Обладнання, матеріали та технологічна оснастка.
4. Розрахунок параметрів провідників та зазорів провідного малюнку.
5. Розрахунок параметрів отворів.
6. Приклади маркувальних знаків під місця радіоелементів. Захисна маска.
7. Вибір способу установки радіоелементів на плату.

Роботи повинні бути виконані за обраною темою та у відповідності до вимог стандарту «СТВУЗ-ХПІ-3.01-2025 Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання.».

Загальна кількість годин **50**

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. Мосьпан Д. В. Фізико-теоретичні основи конструювання електронної апаратури. Навчальний посібник. Т. 2. Кременчук: ТОВ «Кременчуцька міська типографія», 2019. 240 с.
2. Мосьпан Д. В. Фізико-теоретичні основи конструювання електронної апаратури. Навчальний посібник. Т. 1. Кременчук: ТОВ «Кременчуцька міська типографія», 2018. 240 с.
3. Технологія нанесення неметалевих покриттів та виробництво плат друкованого монтажу : підручник / Л. А. Яцюк, О. В. Косоґін, Д. Ю. Ущаповський, О. В. Лінючева, Ю. Ф. Фатеев ; КПІ ім Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2018. – 330 с.
4. Фізико-теоретичні основи проектування радіоелектронної апаратури. : навч. посіб. для студ. спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» В. Г. Губар, І. О. Адаменко; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 221 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	0

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

Πk – 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 (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