



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни

Спеціальні енергоефективні технології.

**Шифр та назва спеціальності**

G9 – Прикладна механіка

Спеціалізація**Освітня програма**

Інженерія технологічних і логістичних систем

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Семестр

10

Інститут

ННІ Механічної інженерії і транспорту

Кафедра

Технологія машинобудування та металорізальні верстати (146)

Тип дисципліни

Вибірковий освітній компонент ОКВПЗ

Форма навчання

Денна, заочна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Набока Олена Володтмирівна**

email@khpi.edu.ua

доцент

Авторка та співавторка понад 80 наукових та методичних публікацій.

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Курс «Спеціальні енергоефективні технології» розкриває у студента знання та навички необхідні для створення сучасних енергоефективних технологій, які включають комбіновані метод обробки. Це дає змогу отримати глибокі знання з найсучасніших технологій виробництва комбінованим методом і засобам обробки

Мета та цілі дисципліни

Виробити у студентів вміння застосовувати енергоефективні технології з використанням сучасних комбінованих методів обробки для машинобудівного виробництва, проектувати сучасні технологічні процеси з використанням цих методів обробки, обґрунтовувати застосування енергоефективного технологічного оснащення. Також надати студентам навичок до рішення організаційно-технологічних задач на основі застосування сучасних технологій, засобів обчислювальної техніки та систем програмування, для вирішення конкретних технологічних задач у машинобудуванні.

Формат занять

Лекції, Практичні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – диференційований залік.

Компетентності

Компетентності

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення.
ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
ЗК5. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).
ЗК6. Здатність проведення досліджень на певному рівні.
ЗК8. Здатність діяти соціально відповідально та свідомо.
ЗК10. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.
ЗК11. Здатність працювати в команді.
ЗК12. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні. ЗК9. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК 13. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.
ЗК14. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброчесності.
ЗК15. Навички здійснення безпечної діяльності.
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.
Програмні компетентності згідно освітньої програми.
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.
ФК6. Здатність оцінювати техніко-економічну ефективність типових систем та їхніх складників на основі застосовування аналітичних методів, аналізу аналогів та використання доступних даних.
ФК8. Здатність реалізовувати творчий та інноваційний потенціал у проектних розробках в сфері галузевого машинобудування.

Результати навчання

- РН4. Здійснювати інженерні розрахунки для вирішення складних задач і практичних проблем у галузевому машинобудуванні.
РН5. Аналізувати інженерні об'єкти, процеси та методи.
РН7. Готувати виробництво та експлуатувати вироби, застосовуючи автоматичні системи підтримування життєвого циклу.
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.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредитів ECTS): лекції – 32 год., практичні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Необхідно мати знання з фізики, хімії, математики, технологія машинобудування а також програмно-технічних і прикладних знань для оволодіння теорією та практикою, необхідних для розробки енергоефективних методів обробки матеріалів (ЕХМО, ЕФМО). Шифр з освітньої програми - ОКВП 3.

навички та попередні дисципліни, необхідні для успішного проходження курсу.

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Особливості дисципліни, і, зокрема, методи навчання і викладання, які відрізняють дисципліну: проектна і командна робота, peer-to-peer, гейміфікація, кейси, використання певного програмного забезпечення- пакетів Mathcad, Word, Excel, Solid Works, SolidCAM., систем LMS (learning management systems) тощо. Використовуйте підзаголовки за необхідності. Методи навчання - навчальний проект, що концептуально полягає у «навчання через діяльність» застосовується в основному на практичних роботах (рідше на лекціях). Застосування методу передбачає надання студентам достатньо широкого набору проектів для реалізації можливості реального вибору. Слід зазначити, що проекти можуть бути як індивідуальними, так і колективними. Останні, крім іншого, сприяють освоєнню студентом колективних методів роботи. Для оволодіння проектним способом роботи студенту надаються інструкції щодо роботи над проектом (peer-to-peer, систем LMS (learning management systems). Кожен навчальний проект передбачає отримання кінцевого результату із використанням підручного матеріалу за темою роботи, результати отримання якого і стають посиланням на отримання кінцевого оцінювання. Колективне обговорення складних моментів при вирішенні поставленої задачі, формує навички колективної роботи та є позитивним досвідом, як для студента, так і для викладача.

- Метод проектів орієнтується головним чином на освоєння прийомів роботи із методами та засобами сучасних енергоефективних технологій. Обов'язковим компонентом процесу навчання є контроль, або перевірка результатів навчання. Суть перевірки результатів навчання полягає у виявленні рівня засвоєння знань студентами, який повинен відповідати освітньому стандарту з навчальної дисципліни.

- Пояснювально-ілюстраційний метод, що передбачає використання наглядного лекційного матеріалу у вигляді таблиць, плакатів, презентацій виконаних у середовищі MS Power Point.

- Репродуктивний метод, що застосовується при виконанні практичних робіт та вирішенні типових завдань.

- Метод стимулювання та мотивації навчання є застосовним при спонуканні студентів до самостійного опрацювання матеріалів дисципліни (можливість отримання мотиваційних додаткових балів за активну роботу на заняттях, при підготовці доповідей або завчасному виконанні розрахункового завдання).

- Методи контролю та самоконтролю, що передбачають перевірку поточних знань миттєвими опитуваннями чи короткочасними тестами на початку заняття, а також планованими модульними контролюми.

Освоєння дисципліни передбачає постійний контакт викладача та студента через бесіду, лекцію, розповідь, покази, демонстрації, ЛЗ, самостійну роботу, узагальнення та класифікацію отриманої інформації та ін.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Основні поняття та концепція сучасних комбінованих технологій 1. Роль перспективних технологій у виробництві майбутнього 2. Концепції СІМ Надійність технологічних процесів	2
Тема 2. Напрями створення спеціальних енергоефективних технологій 1. Основні складаючі механізму різання. 2. Основні признаки методів обробки різанням. 3. Класифікація методів обробки. 4. Основні характеристики фізико-хімічних методів обробки. 5. Напрями створення прогресивних технологічних процесів.	2
Тема 3. Технологія електрохімічної обробки 1. Загальні положення. 2. Схема ЕХО. 3. Механізм різання. 4. Історія розвитку електрохімічного методу обробки матеріалів.	2
Тема 4. Методи розмірної електрохімічної обробки 1. Технологічні можливості. 2. Раціональні галузі використання. 3. Переваги та недоліки ЕХО. 4. Методи розмірної електрохімічної обробки. 5. Закономірності формоутворення при ЕХО.	2
Тема 5. Електроерозійна обробка 1. Модель механізму електроерозії. 2. Характеристики процесу ЕЕО. 3. Основне обладнання ЕЕО. 4. Історія розвитку ЕЕО	2
Тема 6. Електричні методи генерування імпульсів 1. Залежні генератори імпульсів. 3. Незалежні генератори імпульсів. 4. Механічний метод генерування імпульсів. 5. Сучасні електроерозійні верстати 6. ЕХО з рухомим електродом-інструментом	2
Тема 7. Сучасне електроерозійне обладнання	2
Тема 8. Електро-імпульсна та електро-іскрова обробка 1. Технологічні характеристики електро-імпульсної та електро-іскрової обробки. 2. Інструменти для ЕЕО. 3. Технологічні схеми обробки. 4. Типові операції. 5. Раціональні галузі використання	2
Тема 9. Технологія електроерозійного легірування. Технологічні схеми обробки. 2. Типові операції ЕЕО. 3. Раціональні галузі використання. 4. Електрохімічна прошивка отворів. Електрохімічне протягування.	2

Тема 10. Комбіновані і променеві методи обробки	2
1. Структурний аналіз комбінованих методів обробки	
2. Технологічне оснащення	
3. Робочі режими	
Тема 11 Електроконтактна обробка	2
1. Технологічні характеристики ЕКО.	
2. Типові операції ЕКО.	
3. Переваги та недоліки ЕКО.	
4. Обладнання для ЕКО	
Тема 12 Анодно-механічна обробка	2
1.. Схема АМО.	
2. Робочі рідини.	
3. Режими обробки	
4. Переваги та недоліки АМО	
Тема 13 Анодно-абразивна обробка	2
1 . Схема ААО	
2. Фізико-хімічний механізм робочого процесу ААО	
3. Інструмент для ААО.	
1. Робочі рідини при ААО.	
2. Переваги та недоліки ААО	
Тема 14 Алмазно-іскрова обробка	2
1. Структурна схема АІО2 . Робочі рідини при АІО.	
2. Переваги та недоліки АІО	
3. Режими обробки.	
Тема 15 Проміневі методи обробки	2
1. Загальна характеристика та класифікація.	
2. Іонно-промінева обробка.	
3. Електронно-промінева обробка.	
4. Плазмова обробка.	
5. Детонаційно-газове напилення	
Тема 16 Ультразвукові методи обробки	2
1 . Розповсюдження міцного ультразвуку в середовище	
2. Фізичні принципи активного впливу УЗ на речовину.	
3. Фізична суттєвість УЗ розмірної обробки.	
4. Кінематика УЗО.	
5. Ультразвукова очистка шліфувальних кругів.	
6. Вибір режимів УЗО	
1. Переваги та недоліки УЗО	
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

За наявності

Тема 1. 1.Визначення загальної характеристики сучасного виробництва. Lean production" - " худого виробництва". 3.Суть концепції CIM. Роль технічного інтелекту у виробництві. механізму обробки. 4. Визначення загальних параметрів обробки різанням. 5. Основні характеристики фізико-хімічних методів обробки.	4	1,5
Тема 2 1. Моделювання процесу ЕХО. 2. Алгоритм розробки робочого процесу при ЕХО 3. Критерії, яким відповідає робочий процес	2	0,5
Тема 3. 1. Моделювання процесу електроерозійної обробки 2. Алгоритм розробки процесу. 3.Розробка технології за допомогою CAD CAM систем 4.Аналіз технологічного обладнання. 5. Фізичні особливості електроерозійної обробки	4	1,5
Тема4. 1. Генератори імпульсів 2. Структурні схеми 3. Робочі параметри генераторів 4.КЧПУ генератори	2	0,5
Тема 5. 1. Генеративні технології формоутворення 2. Вакуумноплазмовий синтез богатошарових покриттів - засіб конструювання сучасних виробів	2	0.5
Тема 6. 1. Технологічне забезпечення для ультразвукових методів обробки 2. Ультрозвукові генератори, структурні схеми. 3.Робочі параметри поцесу	2	0,5
Загальна кількість годин	16	$\sum_{i=1}^n a_i$
Контрольні роботи За наявності		
Теми контрольних робіт	Вагові коефіцієнти b	
Тема1. Розрахунок параметрів ЕХО при обробці отворів. Здійснюється розрахунок ЕХО з рухомим електродом-інструментом при електрохімічній прошивці та протягуванні отворів.	0,5	
Тема 2. Розрахунок параметрів ЕЕО Здійснюється розрахунок і перевірка основних параметрів електричних розрядів, які викликають мікроерозію при ЕЕО.	1,5	

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та виконання індивідуального завдання (за наявності).

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Плазмова обробка матеріалів 1. Основні положення 2. Структурні схеми обробки 3. Принцип дії плазмової обробки 4. Плазмове обладнання для обробки матеріалів 5. Імітаційне моделювання процесу 6. Питання контролю в процесі обробки	4
Тема 2. Магніто-імпульсна обробка матеріалу 1. Технологія магніто-імпульсної обробки 2. Технологічне обладнання 3. Переваги та недоліки магнітно-імпульсної обробки 4. Контроль якості на етапі технологічної підготовки в CAD /CAM системі	4
Тема 3. Гідроабразивна обробка 1. Сутність процесу 2. Технологічна система гідроабразивної обробки 3. Переваги та недоліки гідроабразивної обробки 4. Імітаційне моделювання процесу	4
Тема 4. Система "Lean Production", як інструмент поліпшення процесу виробництва та для прискореного зниження витрат	8
Тема 5. Система "Rapid Prototyping"- інтегрована технологія прискореного формоутворення виробів	8
1. Суттєвість методу 2. CAD-моделювання 3. Засоби матеріалізації 3D CAD-моделей Тема 6. Екологічно-орієнтовані процеси обробки матеріалів	8
1. Напрямки зниження негативного впливу на навколишнє середовище 2. Застосування засобів ефективного знешкодження ЗОТС 3. Мінімізація подачі ЗОТС в зоні різання	8
Загальна кількість годин	36

Тематика індивідуальних завдань

Тема 1. Розрахунок

Розрахунок параметрів ЕЕО
 Здійснюється розрахунок і перевірка основних параметрів електричних розрядів, які викликають мікроерозію при ЕЕО.

Тема2. Розрахунок параметрів лазерної різки металів. Здійснюється дослідження закономірностей і розрахунок параметрів лазерної різки металів безперервним та імпульсним випромінюванням.

Тема3. Моделювання симуляції технологічного процесу АІО при обробці надтвердих матеріалів .

Тема4. Проведення технологічної підготовки оброблюваної деталі з застосуванням інтегрованих пакетів Mathcad, Word, Excel, Solid Works, SolidCAM.

Тема 5. Практична реалізація інтегрованого засобу прискореного формоутворення

Тема6. Математичне моделювання етапів технологічної підготовки з застосуванням інтегрованих пакетів Mathcad, Word, Excel, Solid Works, SolidCAM.

Загальна кількість годин

36

Неформальна освіта

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Онлайн-курс «. Kpi.kharkov.ua/handle/ KhPI- Press/40483.
: <http://leanglobal.org/what-is-lean/>

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. . Навчальний посібник Фадеев В.А., Набока О.В., Євсюкова Ф.М. Спеціальні енергоефективні технології. Харків: НТУ «ХПІ», – 2023,-112с.
2. 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.
3. Технологічне прогнозування. Вступний курс: навчальний посібник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка та 133 – Галузеве машинобудування /О.А. Пермяков, І.Е. Яковенко – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 160 с.
4. Імітаційне моделювання в задачах машинобудівного виробництва / Г. В. Біловол, М. І. Гасанов, О. О. Клочко, О. В. Набока, А. О. Скоркин, О. М. Шелковой: навчальний посібник. / за ред. О.М. Шелкового Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 500 с.
5. Технологічні основи машинобудування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування /І.Е. Яковенко, О.А. Пермяков, А.В. Фесенко – Харків: НТУ «ХПІ», 2022. – 421 с.
- 6, Технологічні основи машинобудування. Практикум: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування /І.Е. Яковенко, О.А. Пермяков, – Харків: НТУ «ХПІ», 2023. – 208 с.
7. Гнучкі виробничі системи: навчальний посібник для студентів напрямку 131 Прикладна механіка – 2-е вид.
8. Методичні вказівки до практичних та лабораторних робіт з курсів «Пристрої та системи автоматизації верстатів.» і «Інтегровані виробничі системи» для студентів спеціальності: 133 Галузеве машинобудування; спеціалізації: 133-08 «Автоматизовані та роботизовані технологічні комплекси в машинобудуванні.»; спеціальності: 131 Прикладна механіка; спеціалізації 131- 03 «Технологія автоматизованого виробництва»/ Уклад. Євсюкова Ф. М. – Харків: НТУ “ХПІ”, 2019. – 27 с.

Додаткова література

1. Технологічна оснастка. Розрахунки. Проектування: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування /І.Е Яковенко, О.А. Пермяков, – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 233 с.
2. Технологічна оснастка. Конструкції. Перспективи: навчальний посібник для студентів спеціальностей 131 – Прикладна механіка, 133 – Галузеве машинобудування /І.Е Яковенко, О.А. Пермяков, – Харків: НТУ «ХПІ», 2024. – 313 с.
3. Міранцов, С. Л. Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК : навчальний посібник / С. Л. Міранцов, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко, Є. В. Мішура, О. С. Ковалевська – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 152 с.
4. Навчальний посібник по дисципліні «Автоматизація виробничих процесів» для студентів спеціальності 131-03-Технологія автоматизованого виробництва 131-04 –Металорізальні верстати та системи. Харків: НТУ «ХПІ», затверджено редакційно-видавничою радою НТУ «ХПІ» (протокол № 3 від 21.12.2019р.) - 153с. Ушаков О. М., Рузметов А.Р. Електронний документ
5. Основи обробки матеріалів різанням та інструмент: Навчальний посібник для підготовки молодших спеціалістів та бакалаврів машинобудівних спеціальностей / Ю.Ф. Лебеденко, С. Є. Сліпченко. –Харків: ФАКТ, 2020.–344 с.....
6. Випускні кваліфікаційні роботи. Загальні вимоги до виконання СТЗВО-ХПІ-2.01-2025
7. Текстові документи у сфері навчального процесу Загальні вимоги до виконання СТЗВО-ХПІ-3.01-2025
8. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025 «ССОНП. Текстові документи у сфері навчального процесу. Загальні вимоги до виконання».
9. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025.
<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2025/06/STZVO-HPI-3.01-2025-2.pdf>

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, 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
0,4	0,3	0,2	0,1

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

30.08.2025

Завідувач кафедри

Олександр ПЕРМЯКОВ

30.08.2025

Гарант ОП

Сергій ГУБСЬКИЙ