



ОСНОВИ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХОНЬ РІЗАННЯМ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	13 –Механічна інженерія
Спеціальність	131 – Прикладна механіка
Освітня програма	Інжиніринг зварювання, лазерних та споріднених технологій
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	денна/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	3 курс, 5-й семестр
Обсяг дисципліни	120 год/4 кредитів ЄКТС; лекції -36 год., лабораторні заняття – 18 год., практичні заняття – 18 год., СРС - 48 год.
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/ Модульна контрольна робота/Розрахункова робота
Розклад занять	згідно www.rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Красновид Дмитро Олександрович, krasnovid.d@gmail.com Лабораторні: к.т.н., доц. Красновид Дмитро Олександрович, krasnovid.d@gmail.com
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/NTkxMzI5MjkwMDY0?cjc=b3lutmb

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Дисципліна призначена для формування системи теоретичних і прикладних знань з раціональної організації та практичного застосування навичок для формоутворення поверхонь деталей при обробленні різанням. Алгоритм вивчення дисципліни передбачає вивчення фізико-механічних процесів, що супроводжують формування поверхонь деталей, технологічну послідовність операцій їх отримання, інструмент що здійснює процес різання, верстатне обладнання та устаткування необхідне для здійснення процесу механічного оброблення. Інструментальні матеріали та інструменти – засоби здійснення операцій формоутворення поверхонь деталей. Верстати та устаткування – засоби здійснення процесу механічного оброблення.

Результатами вивчення є розрахунки режимів різання для різних видів механічного оброблення; профілювання інструменту для виготовлення фасонних поверхонь; вибір верстатного обладнання для здійснення типових операцій механічного оброблення; супровідна технологічна документація.

Фахові компетентності:

- Здатність здійснювати оптимальний вибір технологічного обладнання, комплектацію технічних комплексів, мати базові уявлення про правила їх експлуатації (ФК4)
- Здатність обирати оптимальні та розробляти нові технології та обладнання для лазерних та фізико-технічних процесів з метою підвищення продуктивності та контрольованості цих процесів (ФК16)
- Здатність впроваджувати та освоювати технологічні процеси виробництва нової продукції, перевіряти якість монтажу та налагодження при випробуваннях і здачі в експлуатацію нових зразків виробів, вузлів, деталей і конструкцій (ФК17)
- Здатність використовувати знання в галузі виробництва конструкцій для забезпечення виконання технологічного процесу виготовлення типових конструкцій за допомогою зварювання, лазерних та споріднених технологій (ФК 18)
- Здатність конструювати окремі елементи та вузли технологічного обладнання, проєктувати компоненти комплексів та складати технологічні системи для вирішення завдань виробництва у зварюванні, лазерних та споріднених технологіях (ФК 19)

Програмні результати навчання:

- Створювати і теоретично обґрунтовувати конструкції машин, механізмів та їх елементів на основі методів прикладної механіки, загальних принципів конструювання, теорії взаємозамінності, стандартних методик розрахунку деталей машин (РН 6)
- Застосовувати нормативні та довідкові дані для контролю відповідності технічної документації, виробів і технологій стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам (РН 7)
- Здійснювати оптимальний вибір обладнання та комплектацію технічних комплексів (РН 14)
- Знати і розуміти фізичні, теплові, термомеханічні та фізико-хімічні процеси при зварюванні та споріднених технологіях, причинно-наслідкові зв'язки між характером цих процесів та умовами отримання нерознімних з'єднань або функціональних поверхонь (РН 20)

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Для вивчення дисципліни необхідні ґрунтовні знання з дисциплін: «Технологія конструкційних матеріалів», «Матеріалознавство», «Теорія механізмів і машин», «Деталі машин і основи конструювання» та дисциплін, пов'язаних з проєктуванням та виробництвом деталей різних галузей машинобудування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1. Економіка різання

Тема 2. Інструментальні матеріали

2.1 Сталі інструментальні

2.2 Тверді сплави

2.3. Абразивні матеріали

2.4. Перспективні матеріали

Тема 3. Різання металів

3.1. Процес різання

3.2. Стружка

3.3. Сили різання

3.4. Теплові процеси

3.5. Знос інструментів

Тема 4. Формоутворення зовнішніх поверхонь обертання

4.1. Оброблення точінням

4.2. Класифікація різців

Тема 5. Формоутворення отворів

5.1. Свердління

5.2. Зенкерування

5.3. Розвертання

Тема 6. Формоутворення плоских поверхонь та уступів

6.1. Фрезерування

6.2. Фрези черв'ячні

Тема 7. Утворення різьбових поверхонь

7.1. Різьба

7.2. Різьбонарізання

7.3. Шліфування різьб

7.4. Пластичне деформування різьб

Тема 8. Фінішні операції

8.1. Абразивне оброблення

Тема 9. Кодування інструментів.

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. ДСТУ 2233-93 Інструменти різальні. Терміни та визначення.
2. ДСТУ 2249-93 Оброблення різанням. Терміни, визначення та позначення.
3. Мазур Н.П. Основы теории резания материалов: учебник [для высш. учебн. заведений] / Мазур Н.П., Внуков Ю.Н., Грабченко А.И. и др.; под общ. ред. Н.П. Мазура и А.И. Грабченко. – 2-е изд., перераб. и дополн. – Харьков : НТУ «ХПИ», 2013. – 534 с.
4. Солодкий В.І. Основы формоутворення поверхонь різанням : підручник для студентів технічних спеціальностей / В.І. Солодкий, Д.О. Красновид, О.А. Плівак ; – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 440 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни(освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ л/п	Назва теми лекції та перелік основних питань
1	ЕКОНОМІКА РІЗАННЯ СРС: Продуктивність. Собівартість. Припуски. Точність оброблення. Шорсткість оброблення.
2	СТАЛІ ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ СРС: Вуглецеві сталі. Низьколеговані сталі. Швидкорізальні сталі.
3	ТВЕРДІ СПЛАВИ СРС: Група ВК. Група ТК. Група ТТК. Маркування твердого сплаву.
4	АБРАЗІВНІ МАТЕРІАЛИ СРС: Зернистість абразиву. Електрокорунди. Карбіди. Кубічний нітрид бору. Алмази. Застосування абразивів.
5	ПЕРСПЕКТИВНІ МАТЕРІАЛИ СРС: Покриття. Мінералокераміка. Полікристалічні надтверді матеріали.
6	ПРОЦЕС РІЗАННЯ СРС: Загальні визначення. Схеми різання. Елементи різального леза. Поверхня різання. Елементи різання.
7	СТРУЖКА СРС: Основи різання. Типи стружки. Утворення стружки. Деформація стружки. Утворення наросту. Усадка стружки.

8	СИЛИ РІЗАННЯ СРС: Теоретичні положення. Вплив типу оброблення на сили.
9	ТЕПЛОВІ ПРОЦЕСИ СРС: Теплові потоки. Градієнт температури. Вимірювання температури.
10	ЗНОС ІНСТРУМЕНТІВ СРС: Типи зносу. Інтенсивність зносу.
11	ОБРОБЛЕННЯ ТОЧІННЯМ СРС: Конструкційні параметри різців. Геометричні параметри різців.
12	КЛАСИФІКАЦІЯ РІЗЦІВ СРС: Вимоги до конструкції різця. Різці збірної конструкції. Вітчизняні різці. Закордонні різці. Відрізні та канавкові різці. Різці з вставками з надтвердих матеріалів. Ротаційні різці.
13	СВЕРДЛІННЯ СРС: Конструктивні елементи свердла. Геометричні параметри. Покращення свердла. Проектний розрахунок. Допуски на виготовлення. Застосування свердел. Елементи режимів різання. Поновлення працездатності. Свердла для глибоких отворів. Кільцеве свердло.
14	ЗЕНКЕРУВАННЯ СРС: Типи зенкерів. Конструктивні елементи. Схема різання. Геометричні параметри зенкеру. Допуски на виготовлення. Елементи режимів різання. Поновлення працездатності.
15	РОЗВЕРТКА СРС: Конструкція розвертки. Геометричні параметри. Типи розверток. Проектування розверток. Елементи режимів різання.
16	ФРЕЗЕРУВАННЯ СРС: Класифікація. Призначення фрез. Набори фрез. Конструктивні параметри. Геометричні параметри. Затілювані фрези. Допуски на виготовлення. Елементи режимів різання.
17	ФРЕЗИ ЧЕРВ'ЯЧНІ СРС: Ідея евольвентного зачеплення. Елементи зубчастого зачеплення. Принцип роботи. Конструктивні елементи. Геометричні параметри. Поновлення працездатності.
18	РІЗЬБА СРС: Утворення різьби. Елементи різьби та параметри. Класифікація різьб. Методи утворення різьбових поверхонь.
19	РІЗЬБОНАРІЗАННЯ СРС: Різьбонарізні різці і гребінки. Мітчики. Різьбонарізні плашки. Різьбові фрези. Різьбонарізні головки.
20	ШЛІФУВАННЯ РІЗЬБ СРС: Шліфування одонитковим кругом. Шліфування багатонитковим кругом.
21	ПЛАСТИЧНЕ ДЕФОРМУВАННЯ РІЗЬБ СРС: Накатування плоскими плашками. Накатування роликами. Накатування з повздовжнім переміщенням. Накатування внутрішніх різьб.
22	АБРАЗИВНЕ ОБРОБЛЕННЯ СРС: Знос та відновлення. Характеристики. Маркування. Вибір. Кріплення. Випробування та балансування. Відновлення працездатності. Загострення різального інструменту.
23	МАРКУВАННЯ ІНСТРУМЕНТУ СРС: Твердість. Оброблюваність. Маркування пластин.

Метою лабораторних робіт є визначення конструктивних та геометричних параметрів інструментів для різних видів оброблення, особливості їх застосування, досяжні показники якості та точності оброблення, представлення отриманих результатів.

№ з/п	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Дослідження видів стружки. Усадка стружки. Вплив швидкості різання, глибини різання, подачі та геометрії різця на зовнішній вигляд стружки, яка утворюється в результаті оброблення	2
2	Токарні операції. Визначення конструктивних елементів та геометричних параметрів, характеристики та особливості процесу обробки	2
3	Свердління. Визначення конструктивних елементів та геометричних параметрів, характеристики та особливості процесу обробки	2
4	Зенкерування. Визначення конструктивних елементів та геометричних параметрів, характеристики та особливості процесу обробки	2
5	Розвертання. Визначення конструктивних елементів та геометричних параметрів, характеристики та особливості процесу обробки	2
6	Фрезерування. Визначення конструктивних елементів та геометричних параметрів, характеристики та особливості процесу обробки	2
7	Різьбонарізання. Визначення конструктивних елементів та геометричних параметрів, характеристики та особливості процесу обробки	2
8	Шліфувальні операції. Визначення конструктивних елементів та геометричних параметрів, характеристики та особливості процесу обробки	2

Практичні заняття

Метою практичних занять є набуття умінь і навичок проектування технологічних процесів обробки поверхонь деталей, розрахунку режимів різання для їх реалізації, вибору та призначення верстатного устаткування та інструментального забезпечення

№ з/п	Тема практичного заняття	Кількість ауд. годин
1	Формування системи технічних обмежень при обробленні поверхонь заготовок	2
2	Розробка технологічної послідовності формоутворення поверхні	4
3	Вибір верстатного устаткування та оснащення	2
4	Вибір інструментального забезпечення	2
5	Розрахунок припусків на оброблення	2
6	Розрахунок допустимих сил різання	2
7	Розрахунок допустимої подачі	2
8	Розрахунок швидкості різання та визначення основного часу оброблення	2

Розрахункова робота

Метою виконання розрахункової роботи є набуття практичних навичок розрахунку припусків на оброблення, режимів різання та норм часу для різних видів оброблення, вміння

працювати зі стандартами, довідковою літературою та оформлювати документацію у відповідності до вимог чинних стандартів.

Розрахункова робота оформлюється у вигляді пояснювальної записки.

Вихідними даними є матеріал, розміри та спосіб отримання заготовки, показники якості та точності отриманої деталі.

Розрахункова частина складається двох основних розділів:

- Розрахунок режимів різання при обробленні зовнішніх поверхонь обертання
- Розрахунок режимів різання при обробленні внутрішніх поверхонь обертання

Для кожного з розділів, за вихідними даними, розраховується:

1. Визначається послідовність оброблення та технологічні переходи
2. Припуски на механічне оброблення поверхні заготовки.
3. Режими різання
4. Норми часу
5. Оформлення документації у вигляді операційних карт

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента (48 год.) полягає у підготовці до лекційних, практичних та лабораторних занять, самостійне опрацювання тем (28 год.), модульної контрольної роботи (4 год.), виконання РР (10 год.), а також підготовці до заліку (6 год.).

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Технічна підготовка виробництва. Типи виробництва	2
2	Заготовки деталей машин	2
3	Припуски на обробку	4
4	Точність обробки та якість поверхні	2
5	Принципи базування	2
6	Основи механічної обробки матеріалів	2
7	Елементи різання при механічній обробці. Штучний час	2
8	Основи проектування технологічних процесів механічної обробки деталей машин	4
9	Обробка зовнішніх поверхонь тіл обертання	4
10	Обробка внутрішніх поверхонь тіл обертання	4

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- Відвідування усіх видів занять є обов'язковим.
- Завдання пропущеного лабораторного/практичного занять студент повинен виконати в час, узгоджений з викладачем.
- Під час усіх видів аудиторних занять забороняється використання мобільних телефонів у звуковому режимі, дозволяється обмежене використання месенджерів у беззвучному режимі. Під час лабораторного/практичного занять дозволяється застосування персональних комп'ютерів для пошуку інформації, використання власних хмарних ресурсів, тощо.
- Результати виконаних лабораторного/практичного занять оформлюються у вигляді звітів з застосуванням текстового редактора. Звіт супроводжується формулами, графіками, копіями екрану – елементами, які підтверджують виконання завдань та одержані результати. За дистанційної чи змішаної форми навчання звіт передається викладачу в електронному вигляді через месенджери або електронну пошту. За звичайної аудиторної форми навчання звіт виконується в будь-якому текстовому

редакторі і на перевірку надається у роздрукованому вигляді. Безпосередній захист відбувається у формі співбесіди, запитань-відповідей.

- Усі письмові документи мають бути захищені до закінчення теоретичного навчання в семестрі.
- Усі учасники освітнього процесу: викладачі і студенти в процесі роботи вивчення дисципліни мають керуватись принципами академічної доброчесності, передбаченими «Кодексом честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»» <https://kpi.ua/code>.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

1. Лабораторні роботи (r_1)

Ваговий бал однієї лабораторної роботи – 5 балів. Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи: $r_1 = 5$ балів $\times$ 8 лабораторних робіт = **40 балів**.

Рейтингові бали за 1 лабораторну роботу

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
«відмінно»	5	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі питання
«дуже добре»	4,5	Несуттєві зауваження до звіту, є відповіді на більшість питань
«добре»	4,0	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
«задовільно»	3,5	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
«достатньо»	3,0	Робота виконана, отримано результати, але не захищено
«незадовільно»	0	Робота не виконана, звіт відсутній

Мінімальна кількість балів за лабораторні роботи становить **24 бали**.

2. Практичні заняття (r_2)

За активну роботу під час практичного заняття та виконання завдання студент може отримати 4 бали. Максимальна кількість балів - 32: $r_2 = 4$ бали $\times$ 8 практичних занять = **32 бали**.

Рейтингові бали за 1 практичне заняття

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
«відмінно»	4,0	Зауважень нема, є відповіді на всі питання
«дуже добре»	3,5	Несуттєві зауваження, є відповіді на більшість питань
«добре»	3,0	Зауваження до отриманих розв'язків, відповідь на частину питань
«задовільно»	2,5	Наявні помилки, відповіді лише на окремі питання
«достатньо»	2,4	Наявна велика кількість помилок, результати не захищено
«незадовільно»	0	Завдання не виконане

Мінімальна кількість балів за практичні заняття становить **19,2 балів**.

3. Розрахункова робота (r_3).

Розрахункова робота складається з 2 розділів. Максимальна кількість балів за розрахункову роботу становить: $r_3 = 10$ балів $\times$ 2 розділи = **20 балів**.

Рейтингові бали за 1 розділ розрахункової роботи

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
«відмінно»	10,0	Зауважень нема, відповіді на всі питання
«дуже добре»	9,0	Несуттєві зауваження, є відповіді на більшість питань
«добре»	8,0	Зауваження до отриманих розв'язків, відповідь на частину питань
«задовільно»	7,0	Наявні помилки, відповіді лише на окремі питання

«достатньо»	6,0	Наявна велика кількість помилок, результати не захищено
«незадовільно»	0	Завдання не виконане

Мінімальна кількість балів за розрахункову роботу становить **12 балів**.

4. Модульна контрольна робота (r_4).

Максимальна кількість балів за 2 контрольні роботи складає: $r_4 = 4$ бали $\times$ 2 роботи = **8 балів**

Рейтингові бали за 1 модульну контрольну роботу

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
«відмінно»	4,0	Відмінна відповідь, можливе несуттєве зауваження або неточність
«дуже добре»	3,5	Дуже добра відповідь, помилок немає, відповідь на переважну більшість питань
«добре»	3,0	Добра відповідь, помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
«задовільно»	2,5	Достатня відповідь, є зауваження, відповідь тільки на частину питань
«достатньо»	2,4	Задовільна відповідь, суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання
«незадовільно»	0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

Умови позитивного результату з календарного контролю

Для отримання «зараховано» з першого календарного контролю у студента повинні бути відпрацьовані усі лабораторні роботи за графіком та не менше 22 балів. Для отримання «зараховано» з другого календарного контролю студент повинен мати не менше ніж 37 балів (за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів студент максимально може отримати 62 бали).

Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (R_D):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $R_D = \sum r_i$, де r_i – рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни.

$$R_D = r_1 + r_2 + r_3 + r_4 = 40 + 32 + 20 + 8 = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до заліку є: зарахування всіх лабораторних робіт та виконання розрахункової роботи.

Студенти, які наприкінці семестру мають рейтинг менше 60 балів, а також ті, хто хоче підвищити оцінку, виконують залікову контрольну роботу. Бали за залікову контрольну роботу є остаточними.

Залікова контрольна робота складається з трьох питань за темами викладеного курсу кожне з яких має ваговий коефіцієнт 32 бали.

Рейтингові бали за відповідь залікової контрольної роботи

Оцінка	Бали	Критерій оцінювання
«відмінно»	32	Відмінна відповідь, можливе несуттєве зауваження
«дуже добре»	29	Дуже добра відповідь, помилок немає, відповідь на переважну більшість питань
«добре»	26	Добра відповідь, помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
«задовільно»	23	Достатня відповідь, є зауваження, відповідь тільки на частину питань

«достатньо»	20	Задовільна відповідь, суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання
«незадовільно»	0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

Для отримання оцінки з дисципліни студент має набрати бали, згідно з таблицею перерахунку.

Таблиця перерахунку рейтингових балів в оцінки

$R_p = r_c$	Оцінка ECTS
від 95 до 100 балів	A – відмінно
від 85 до 94 балів	B – дуже добре
від 75 до 84 балів	C - добре
від 65 до 74 бала	D - задовільно
від 60 до 64 бали	E – достатньо
менше 60 балів	Fx – незадовільно

Студенти, які набрали протягом семестру рейтинг з дисципліни менше 60 балів (оцінка **Fx**), мають академічну заборгованість.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцент кафедри КМ НН MMI, к.т.н., доц. Красновид Дмитро Олександрович

Ухвалено кафедрою КМ НН MMI (протокол №6 від 29.11.2023)

Погоджено Методичною комісією Інституту матеріалознавства та зварювання ім.. Є.О.Патона (протокол № 5/23 від 11.12.2023)