



Автоматизовані системи проектування різальних інструментів

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>G - Інженерія, виробництво та будівництво</i>
Спеціальність	<i>G9 Прикладна механіка</i>
Освітня програма	<i>Технології машинобудування</i>
Статус дисципліни	<i>Вибіркова</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/очна(вечірня)/дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>2 семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів (всього загальний)</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит</i>
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Данилова Л.М., Danylova.liudmyla@ill.kpi.ua Практичні: к.т.н., доц. Данилова Л.М., Danylova.liudmyla@ill.kpi.ua Лабораторні: к.т.н., доц. Данилова Л.М., Danylova.liudmyla@ill.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MjYyNzMONjYzMzEy

Програма навчальної дисципліни

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

Дана дисципліна є основою для підготовки висококваліфікованих фахівців, здатних вирішувати базові науково-технічні задачі в області інструментального забезпечення машинобудівних виробництв, які виготовляють та експлуатують різні види і типи різальних інструментів, застосовують різні види обробки при формоутворенні поверхонь деталей, що використовуються у світовій практиці.

В 2 семестрі метою дисципліни АСПРІ є формування у студентів здатностей: використання принципів, методик і алгоритмів вирішення типових задач вибору і профілювання різального інструменту із застосуванням ЕОМ; використання і застосування принципів, методик і алгоритмів побудови сучасних САПР; застосування методичних підходів, аналітичних методів розрахунку, які є загальними і дозволяють вирішувати всі питання проектування різального інструменту комплексно. І фахово розумітись в наступних питаннях: проектувати та розраховувати металорізальні інструменти, як загального, так і спеціального призначення; строго формалізувати та визначати критерії оптимізації; користуватись алгоритмами і результатами розрахунків, отриманих на ЕОМ; вирішувати питання формоутворення поверхонь інструментів; проектувати фасонні різальні інструменти.

Також студент може професійно: вирішувати завдання, пов'язані з раціональною експлуатацією різальних інструментів у різних умовах виробництва; обґрунтовано обирати із набору стандартних необхідні різальні інструменти, виходячи із заданих вимог якості оброблюваних поверхонь та умов їх оброблення; проектувати фасонні різальні інструменти; проектувати процеси формоутворення складних поверхонь на верстатах з ЧПК, тобто вирішувати задачі по визначенню траєкторії руху інструмента відносно заготовки; ефективного використання ЕОМ в галузі інструментального забезпечення технологічних

процесів і проектування та вибору різальних інструментів для сучасних металообробних систем.

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

Для вивчення даної дисципліни необхідно вивчити наступні дисципліни: технологія машинобудування, теорія-механізмів і машин, метрологія, стандартизація і сертифікація, теорія різання, машинна графіка.

Ця дисципліна є однією із базових дисциплін для дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Найменування розділів, тем	Розподіл за семестрами і видами занять, год						
	Всього	Лекції	Практичні	Семінари	Лабораторні роботи	Комп'ютерний практикум	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
Розділ І. Загальні задачі автоматизованого проектування металорізального інструменту							
Вступ. Мета і задачі дисципліни	2	2					
Тема 1.1. Застосування ЕОМ для вирішення задач розрахунку і конструювання різального інструмента	8	2	4				2
Тема 1.2. Основи побудови САПР різального інструмента. Структура і зміст.	4	2					2
Розділ 2. Теоретичні основи формоутворення поверхонь							
Тема 2.1. Основи конструювання різального інструмента.	6	2	2				2
Тема 2.2. Кінематика формоутворення і зрізання припуску.	6	2					4
Тема 2.3. Аналітичне визначення початкових інструментальних поверхонь стосовно різального інструмента.	12	2	4				4
Тема 2.4. Математичний опис функції формоутворення оброблюваної поверхні з застосуванням матриць узагальнених переміщень.	12	2	4				4
Розділ 3. Типові приклади розрахунку металорізального інструменту на ЕОМ							
Тема 3.1. САПР фасонних різців. Алгоритмічне забезпечення.	8	2	8				2
Тема 3.2. Проектування і розрахунок фрез.	8	2	4				2
Розділ 4. Методи коригування робочих профілів металорізальних інструментів з використання ЕОМ							
Тема 4.1. Проектування протяжок.	10	2	4				4
Тема 4.2. Проектування мітчиків.	6	2	2				2
Розділ 5. Математичний апарат і математичні задачі, що найбільш часто зустрічаються при розрахунках							
Тема 5.1. Перетворення кутових величин.	4	2	2				2
Тема 5.2. Вирішення трансцендентних рівнянь.	8	2					4
Тема 5.3. Заміна теоретичних поверхонь різальної частини	6	2					2

інструмента технологічно зручними поверхнями.							
Тема 5.4. Математичний опис інструментів для обробки черв'яків.	4	2					2
Тема 5.5. Розрахунок координат сліду контактної точки інструмента.	4	2	2				2
Тема 5.6. Зміна геометричних параметрів оброблюваних поверхонь у зв'язку із зносом інструмента.	4	2					2
Тема 5.7. Принцип побудови програмних одиниць і пакетів прикладних програм.	4	2					2
Контрольна робота з розділів 2,3,5	12						12
РГР	10						10
Підготовка до заліку	10						10
Всього:	150	36	36				78

4. Навчальні матеріали та ресурси

5. Основна:

1. Автоматизовані системи проектування різальних інструментів [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Л. М. Данилова. – Електронні текстові дані (1 файл: 18,22 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. – 122 с.
2. Автоматизоване проектування різальних інструментів: навч. посіб. / Копей В. Б., Онисько О. Р., Борушак Л. О., Роп'як Л. Я. Івано-Франківськ, 2012. 208 с. (з грифом МОН)
3. Кукляк М. Л. Металорізальні інструменти. Проектування / М. Л. Кукляк, І. С. Афтаназів, І. І. Юрчишин. – Львів : Львівська політехніка, 2003. – 556 с.
4. Металорізальні інструменти / С. В. Швець. – Суми : СумДУ, 2007. – 185 с. 25. Швець С. В.
5. Металорізальні інструменти: Навчальний посібник. - Суми: Вид-во СумДУ, 2007. - 185 с 3. Равська Н.С., Родін П.Р., Мельничук П.П., Солодкий В.І., Родін Р.П.
6. Металорізальні інструменти: підручник / Равська Н. С. - Житомир: ЖДТУ, 2016. – 612 с. 2. Швець С.В.
7. Металорізальні інструменти : навч. посіб. / М.Л. Кукляк, І.С. Афтаназів, І.І. Юрчишин. – Львів : вид-во НУ «Львівська політехніка», 2003. – 556 с. 6. Стискін Г.М. та ін. Інструменти для механічної обробки матеріалів. – Львів, 2000.– 497с.
8. Металорізальні інструменти / С. В. Швець. – Суми : СумДУ, 2007. – 185 с. 25. Швець С. В.
9. Теорія формоутворення поверхонь – 1. Засоби обробленням різанням [Електронний ресурс] : навч. посіб. для студ. спеціальності 131 «Прикладна механіка», спеціалізації «Технологія машинобудування» / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад. Л. М. Данилова. – Електронні текстові дані (1 файл: 15,18 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 133 с.

Додаткова:

10. Змінні багатогранні пластини САНДВІК-МКТС (в internet www.coromant.sandvik.com/coromant_ru).
11. Основи формоутворення поверхонь різанням / С. В. Швець. – Суми : СумДУ, 2011. – 127 с.
12. Проектування зуборізних інструментів з використанням системи КОМПАС: навчальний посібник / О.С. Кроль, Т.О. Шумакова, В.І. Соколов. – Луганськ: вид-во СЛУ ім. В. Даля, 2013. – 144 с.

13. Равська Н.С. Різальний інструмент: Лабораторний практикум/ [Н.С. Равська, П.Р. Родін, П.П. Мельничук, В.І. Солодкий та ін.]. – Житомир, «ЖІТІ», 2002. – 298 с.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Надається інформація (за розділами, темами) про всі навчальні заняття (лекції, практичні, семінарські, лабораторні) та надаються рекомендації щодо їх засвоєння (наприклад, у формі календарного плану чи деталізованого опису кожного заняття та запланованої роботи).

5.1 Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Розділ І. Загальні задачі автоматизованого проектування металорізального інструменту Вступ. Мета і задачі дисципліни. <i>Лекція 1. Мета і задачі дисципліни.</i> Мета і задачі дисципліни . Зміст курсу. Література. Зв'язок з іншими дисциплінами. Загальні положення застосування САПР і ЕОМ при проектуванні різальних інструментів. Основні цілі - створення оптимального варіанта конструкції різальних інструментів і прискорення їхнього проектування. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [1, 2, 3]. <i>Завдання на СРС:</i> Планом не передбачено Тема 1.1. Застосування ЕОМ для вирішення задач розрахунку і конструювання різального інструменту. <i>Лекція 1. Застосування ЕОМ для вирішення задач розрахунку і конструювання різального інструменту.</i> Типові задачі та етапи проектування інструменту. Визначення виду і типу інструмента. Можливість та доцільність використання ЕОМ при проектуванні різального інструмента. Засоби проектування різального інструмента. Типові задачі проектування інструментів, які вирішуються за допомогою ЕОМ. САПР машинобудівного профілю. Відомі великомасштабні системи. САПР середнього рівня. Службові програмні комплекси САПР. Методи вирішення задач проектування різального інструмента з використанням ЕОМ. Принцип поелементного конструювання. Системний метод при проектуванні різального інструмента. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i>[1, 3, 4, 5]. <i>Завдання на СРС:</i> Планом не передбачено. Тема 1.2. Основи побудови САПР різального інструмента. Структура і зміст. <i>Лекція 1. Основи побудови САПР різального інструмента. Структура і зміст.</i> Проектувальні і обслуговуючі підсистеми. Компоненти САПР і види забезпечення підсистем. Математичне забезпечення САПР різальних інструментів. Чотири групи евристичних і формальних методів. Принципи побудови проектних алгоритмів. Інформаційне забезпечення САПР різального інструмента. Основою інструментального забезпечення САПР є банк даних (БнД). Інформаційні потоки обміну інформацією в САПР. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i>[2, 3]. <i>Завдання на СРС:</i> Вивчити компоненти САПР.

2	Розділ 2. Теоретичні основи формоутворення поверхонь Тема 2.1. Основи конструювання різального інструменту. <i>Лекція 2. Основи конструювання різального інструменту.</i> Поняття початкової інструментальної поверхні. Поняття формоутворюючих рухів. Чотири способи утворення утворюючих ліній: копіювання, обкат, слід, дотик. Засоби утворення початкових інструментальних поверхонь. Поняття про лінію дотику деталі і інструмента – характеристику. Задача визначення розмірів початкової інструментальної поверхні. Умови формоутворення поверхонь деталей. Умова існування початкової інструментальної поверхні. Умова правильного дотику початкової інструментальної поверхні I і поверхні деталі D без їх перетину. Умова відсутності перехідних поверхонь на деталях. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [1, 3, 4, 5]. <i>Завдання на СРС:</i> Планом не передбачено Тема 2.2. Кінематика формоутворення і зрізання припуску. <i>Лекція 2. Кінематика формоутворення і зрізання припуску.</i> Кінематика формоутворення і зрізання припуску – основа профілювання й утворення типів різальних інструментів. Пряма й зворотна задачі профілювання. Рішення просторових задач профілювання методом перетинів. Параметри номінальної поверхні деталі. Параметри гвинтової поверхні. Параметри поверхні оберту. Параметри циліндричної поверхні. Параметри, що впливають на процес зрізання припуску з номінальної поверхні деталі. Кінематичні і конструктивні подачі. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [1, 3, 4, 5]. <i>Завдання на СРС:</i> Планом не передбачено
3	Тема 2.3. Аналітичне визначення початкових інструментальних поверхонь стосовно різального інструмента. <i>Лекція 3. Визначення векторів-нормалей $\vec{N}$ до елементарних поверхонь.</i> Вектори-нормалі до поверхні деталі. Рівняння миттєвого контакту сполучених поверхонь. Визначення вектор-нормалі $\vec{N}$ до гвинтової поверхні в різних її точках. Визначення вектора-нормалі $\vec{N}$ до поверхні оберту. Визначення вектора-нормалі $\vec{N}$ до циліндричної поверхні. Рівняння контакту при обертотому русі гвинтової поверхні. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [1, 5]. <i>Завдання на СРС:</i> Вивести рівняння нормалі до гвинтової поверхні, користуючись методикою, що дана на лекції. <i>Лекція 3. Визначення рівнянь контакту сполучених поверхонь.</i> Рівняння контакту при обертотому русі поверхні оберту. Рівняння контакту при обертотому русі циліндричної поверхні. Рівняння контакту при гвинтовому русі циліндричної поверхні. Визначення початкових інструментальних поверхонь при деяких схемах формоутворення. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [1,5]. <i>Завдання на СРС:</i> Вивести рівняння миттєвого контакту сполучених поверхонь, користуючись методикою, що дана на лекції.
4	Тема 2.4. Математичний опис функції формоутворення оброблюваної поверхні із застосуванням матриць узагальнених переміщень. <i>Лекція 4. Матриці узагальнених переміщень. Моделі різальних інструментів.</i> Матриці узагальнених переміщень та їх геометрична інтерпретація. Моделі різальних інструментів: однолезового, багатолезового, модель поверхневого інструмента, інструмента з конічною робочою частиною. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [3].

	<i>Завдання на СРС:</i> Отримати моделі різальних інструментів з урахуванням заданих умов. <i>Лекція 4. Функції формоутворення оброблюваної поверхні.</i> Отримання рівняння оброблюваної поверхні при обкатуванні. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [3]. <i>Завдання на СРС:</i> Отримати моделі різальних інструментів з урахуванням заданих умов.
5	Розділ 3. Типові приклади розрахунку металорізального інструменту на ЕОМ Тема 3.1. САПР фасонних різців. Алгоритмічне забезпечення. <i>Лекція 5. САПР фасонних різців. Алгоритмічне забезпечення.</i> Бланк початкових даних на проектування фасонних різців. Кількісна та якісна інформація. Алгоритм проектування, етапи проектування. Три ділянки алгоритму проектування фасонних різців. Особливості розрахунку профілю в дискретному вигляді та по елементарних ділянках. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [1, 5]. <i>Завдання на СРС:</i> Визначити послідовність розрахунку різців на основі алгоритму. Тема 3.2. Проектування і розрахунок фрез. <i>Лекція 5. Вибір, проектування і розрахунок фрез.</i> Розробка видів і різновидів поверхонь деталей, які виготовляються фрезами. Метод використання таблиць застосування. Таблиці кодування фрез, верстатів, оброблюваних поверхонь. Послідовність вирішення задачі пошуку. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [3, 4]. <i>Завдання на СРС:</i> Доповнити таблицю застосування.
6	Розділ 4. Методи коригування робочих профілів металорізальних інструментів з використання ЕОМ Тема 4.1. Проектування протяжок. <i>Лекція 6. Алгоритм проектування протяжок. Корекційний розрахунок.</i> Послідовність і алгоритм проектування протяжок. Корекційний розрахунок для протяжок фасонного профілю, які працюють по генераторній схемі різання. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [2, 3, 6, 7, 9]. <i>Завдання на СРС:</i> Допрацювати корекційний розрахунок.. <i>Лекція 6. Визначення кутів піднутріння.</i> Залежність кутів бокового піднутріння від величини підйому хвостовика при шліфуванні коригованого профілю евольвентних протяжок. Викривлення профілю при протягуванні шліцьових трикутних поверхонь. Вплив кутів піднутріння на шорсткість оброблюваної поверхні. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [2, 3, 6, 7, 9]. <i>Завдання на СРС:</i> Допрацювати залежність кутів бокового піднутріння.
7	Розділ 5. Математичний апарат і математичні задачі, що найбільш часто зустрічаються при розрахунках інструментів Тема 5.1. Перетворення кутових величин. <i>Лекція 7. Математичні задачі, що найбільш часто зустрічаються при розрахунках інструментів.</i>

	Перетворення кутових величин. Визначення мінут і секунд для кута α. Переклад кута, що заданий у градусній мірі, в кут, що заданий в радіанній мірі. Перетворення кута, що заданий в радіанній мірі, у кут, що заданий у градусах. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література</i>[3]. <i>Завдання на СРС:</i> Знайти приклади використання. Тема 5.2. Вирішення трансцендентних рівнянь. <i>Лекція 7. Математичні задачі, що зустрічаються при розрахунках інструментів.</i> Приклади трансцендентних рівнянь при розрахунках інструментів і розрахунках точності обробки. Методи вирішення трансцендентних рівнянь, приклади вирішення таких рівнянь при розрахунках зуборізних долбачів, при розрахунках обробки елементів черв'ячних передач, при розрахунках черв'ячних фрез і евольвентних передач. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література</i>[3]. <i>Завдання на СРС:</i> Планом не передбачено.
8	Тема 5.3. Заміна теоретичних поверхонь різальної частини інструмента технологічно зручними поверхнями. <i>Лекція 8. Апроксимація поверхонь.</i> Лінії, що замінюють, та їх характеристики. Лінія, що замінює – пряма. Лінія, що замінює – коло. Лінія, що замінює – евольвента кола. Лінія, що замінює – Архімедова спіраль. Лінія, що замінює – циклоїдальна крива. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [1, 3, 6]. <i>Завдання на СРС:</i> Планом не передбачено. Тема 5.4. Математичний опис інструментів для обробки черв'яків. <i>Лекція 8. Математичний опис інструментів для обробки черв'яків.</i> Інструмент, що має утворюючу поверхню у вигляді тіла обертання. Випадок, коли гвинтова поверхня оброблюється інструментом фасонного профілю. Визначення вектора-нормалі до гвинтової поверхні. Випадок, коли поверхня обертання формується прямою. Визначення вектора-нормалі до кінчної поверхні, до циліндра, до площини. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [1, 3]. <i>Завдання на СРС:</i> Планом не передбачено.
9	Тема 5.5. Розрахунок координат сліду контактної точки інструмента. <i>Лекція 9. Математичний опис інструментів для обробки черв'яків.</i> Вивід координат точки на торцевому перерізі виробу, що отримано методом обкатки. Вибір систем координат інструменту і виробу. Вирішення трансцендентного рівняння. Параметри рівняння затилованої поверхні. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [1, 3]. <i>Завдання на СРС:</i> Параметричні рівняння затилованої поверхні вивести самостійно по даному на лекції алгоритму. Тема 5.6. Зміна геометричних параметрів оброблюваних поверхонь у зв'язку зі зносом інструмента. <i>Лекція 9. Зміна геометричних параметрів оброблюваних поверхонь у зв'язку зі зносом інструмента.</i> Зв'язок зносу інструмента із тертям – через поняття зносостійкості. Експериментальні дослідження і функція Вейбулла. Засоби боротьби зі зносом. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [3]. <i>Завдання на СРС:</i> Планом не передбачено.

	Тема 5.7. Принцип побудови програмних одиниць і пакетів прикладних програм. <i>Лекція 9. Принцип побудови програмних одиниць і пакетів прикладних програм.</i> Загальні відомості. Принцип мегапрограмування. Приклад розрахунку рівняння еквідистанти до циліндричного фасонного профілю. Розрахунок гвинтової поверхні, яка отримана конічним шліфувальним кругом. Рівняння затилованої поверхні. <i>Дидактичні засоби:</i> Інтерактивний конспект лекцій. <i>Література:</i> [3]. <i>Завдання на СРС:</i> Математичні дії провести самостійно.
--	--

5.2 Практичні заняття

Практичні заняття охоплюють основні теми лекційного матеріалу і розглядають питання практичного застосування отриманих знань. Їх тематика така:

№ з/п	Назва практичного заняття (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. Годин
1	Інструментальне забезпечення процесу оброблення заданої поверхні, користуючись електронним довідником CoroGuide фірми SANDVIK. Тема 1.1.	4
2	Проектування і розрахунок круглого фасонного різця з використанням сучасних пакетів прикладних програм. Тестування. Тема 3.1.	4
3	Проектування і розрахунок круглого призматичного різця з використанням сучасних пакетів прикладних програм. Тема 3.1.	2
4	Проектування і розрахунок складного інструменту (черв'ячної фрези) з використанням сучасних пакетів прикладних програм freza. Тема 3.2.	2
5	Проектування і розрахунок складного інструменту (коригованого мітчика) з використанням сучасних пакетів прикладних програм. Тема 4.2.	2
6	Проектування і розрахунок складного інструменту (протяжки) з використанням сучасних пакетів прикладних програм prot. 1-ше заняття: спроектувати протяжку для обробки евольвентного профілю. 2-ге заняття: спроектувати протяжку для обробки прямо бічного і трикутного профілю. Тема 4.1.	4
7	Засоби утворення початкових інструментальних поверхонь. Утворити інструментальну поверхню І при обробці круглої циліндричної поверхні Д. Показати характеристики, характер торкання. Принципіальна кінематична схема різання включає задані рухи заготовки й інструмента. Тема 2.1.	2
8	Аналітичне визначення початкових інструментальних поверхонь стосовно різального інструмента. Визначити рівняння контакту при заданому русі заданої поверхні. Тема 2.3.	4

9	Математичний опис функції формоутворення оброблюваної поверхні із застосуванням матриць узагальнених переміщень. Визначити радіус-вектор точок однолезового інструмента з урахуванням нахилу різальної кромки. Визначити радіус-вектор точок різальної крайки торцевої фрези, кутової прямозубої фрези фрези, кутової фрези з гвинтовим зубом. Тема 2.4.	4
10	САПР фасонних різців. Алгоритмічне забезпечення. Заповнити бланк початкових даних. Згідно алгоритму розробити програмні одиниці. Тема 3.1.	2
11	Проектування і розрахунок фрез. Контрольна робота включає в себе вибір типу фрези за допомогою таблиць співвідношень, доповнення цих таблиць і таблиць застосування та розрахунок необхідних геометричних параметрів, а також геометрична побудова осьового перерізу зуба фрези, профілювання різальної кромки та апроксимація її форми. Тема 3.2.	2
12	Математичний апарат і програмне забезпечення при розрахунках інструментів. Перетворити кутові величини. Описати затиловану поверхню черв'ячної фрези. Теми 5.1, 5.5.	4

5.3. Лабораторні заняття

Не передбачені

5.4. Індивідуальні завдання

Не передбачено.

5.5. Контрольні роботи

Передбачено виконання шести модульних контрольних робіт:

МКР №1 присвячено вивченню розділу 2 (тема 2.1). Тема контрольної роботи - засоби утворення початкових інструментальних поверхонь.

МКР №2 присвячено вивченню розділу 2 (тема 2.3). Тема контрольної роботи - аналітичне визначення початкових інструментальних поверхонь стосовно різального інструмента.

МКР №3 присвячено вивченню розділу 2 (тема 2.4). Тема контрольної роботи - математичний опис функції формоутворення оброблюваної поверхні із застосуванням матриць узагальнених переміщень.

МКР №4 присвячено вивченню розділу 3 (тема 3.1). Тема контрольної роботи - САПР фасонних різців. Алгоритмічне забезпечення.

МКР №5 присвячено вивченню розділу 3 (тема 3.2). Тема контрольної роботи - проектування і розрахунок фрез.

МКР №6 присвячено вивченню розділу 5 (теми 5.1, 5.5). Тема контрольної роботи – математичний апарат і програмне забезпечення при розрахунках інструментів. Перетворити кутові величини.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, при підготовці до аудиторних занять	Кількість годин СРС
1	Розділ І. Загальні задачі автоматизованого проектування металорізального інструменту Вступ. Мета і задачі дисципліни. <i>Лекція 1. Мета і задачі дисципліни.</i> Мета і задачі дисципліни . Зміст курсу. Література. Зв'язок з іншими дисциплінами. Загальні положення застосування САПР і ЕОМ при проектуванні різальних інструментів. Основні цілі - створення оптимального варіанта конструкції різальних інструментів і прискорення їхнього проектування. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [1, 2, 3]. Завдання на СРС: Планом не передбачено Завдання на СРС: Планом не передбачено Тема 1.1. Застосування ЕОМ для вирішення задач розрахунку і конструювання різального інструменту. <i>Лекція 1. Застосування ЕОМ для вирішення задач розрахунку і конструювання різального інструменту.</i> Типові задачі та етапи проектування інструменту. Визначення виду і типу інструмента. Можливість та доцільність використання ЕОМ при проектуванні різального інструмента. Засоби проектування різального інструмента. Типові задачі проектування інструментів, які вирішуються за допомогою ЕОМ. САПР машинобудівного профілю. Відомі великомасштабні системи. САПР середнього рівня. Службові програмні комплекси САПР. Методи вирішення задач проектування різального інструмента з використанням ЕОМ. Принцип поелементного конструювання. Системний метод при проектуванні різального інструмента. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література:[1, 3, 4, 5]. Завдання на СРС: Планом не передбачено. Тема 1.2. Основи побудови САПР різального інструменту. Структура і зміст. <i>Лекція 1. Основи побудови САПР різального інструмента. Структура і зміст.</i> Проектувальні і обслуговуючі підсистеми. Компоненти САПР і види забезпечення підсистем. Математичне забезпечення САПР різальних інструментів. Чотири групи евристичних і формальних методів. Принципи побудови проектних алгоритмів. Інформаційне забезпечення САПР різального інструмента. Основа інструментального забезпечення САПР є банк даних (БНД). Інформаційні потоки обміну інформацією в САПР. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література:[2, 3]. Завдання на СРС: Вивчити компоненти САПР.	4

2	Розділ 2. Теоретичні основи формоутворення поверхонь Тема 2.1. Основи конструювання різального інструменту. Лекція 2. Основи конструювання різального інструменту. Поняття початкової інструментальної поверхні. Поняття формоутворюючих рухів. Чотири способи утворення утворюючих ліній: копіювання, обкат, слід, дотик. Засоби утворення початкових інструментальних поверхонь. Поняття про лінію дотику деталі і інструмента – характеристику. Задача визначення розмірів початкової інструментальної поверхні. Умови формоутворення поверхонь деталей. Умова існування початкової інструментальної поверхні. Умова правильного дотику початкової інструментальної поверхні I і поверхні деталі D без їх перетину. Умова відсутності перехідних поверхонь на деталях. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [1, 3, 4, 5]. Завдання на СРС: Планом не передбачено. Тема 2.2. Кінематика формоутворення і зрізання припуску. Лекція 2. Кінематика формоутворення і зрізання припуску. Кінематика формоутворення і зрізання припуску – основа профілювання й утворення типів різальних інструментів. Прямая й зворотна задачі профілювання. Рішення просторових задач профілювання методом перетинів. Параметри номінальної поверхні деталі. Параметри гвинтової поверхні. Параметри поверхні оберту. Параметри циліндричної поверхні. Параметри, що впливають на процес зрізання припуску з номінальної поверхні деталі. Кінематичні і конструктивні подачі. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [1, 3, 4, 5]. Завдання на СРС: Планом не передбачено	6
3	Тема 2.3. Аналітичне визначення початкових інструментальних поверхонь стосовно різального інструмента. Лекція 3. Визначення векторів-нормалей $\vec{N}$ до елементарних поверхонь. Вектори-нормалі до поверхні деталі. Рівняння миттєвого контакту сполучених поверхонь. Визначення вектор-нормалі $\vec{N}$ до гвинтової поверхні в різних її точках. Визначення вектора-нормалі $\vec{N}$ до поверхні оберту. Визначення вектора-нормалі $\vec{N}$ до циліндричної поверхні. Рівняння контакту при обертотому русі гвинтової поверхні. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [1, 5]. Завдання на СРС: Вивести рівняння нормалі до гвинтової поверхні, користуючись методикою, що дана на лекції. Лекція 3. Визначення рівнянь контакту сполучених поверхонь. Рівняння контакту при обертотому русі поверхні оберту. Рівняння контакту при обертотому русі циліндричної поверхні. Рівняння контакту при гвинтовому русі циліндричної поверхні. Визначення початкових інструментальних поверхонь при деяких схемах формоутворення. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [1, 5].	4

	Завдання на СРС: Вивести рівняння миттєвого контакту сполучених поверхонь, користуючись методикою, що дана на лекції.	
4	Тема 2.4. Математичний опис функції формоутворення оброблюваної поверхні із застосуванням матриць узагальнених переміщень. Лекція 4. Матриці узагальнених переміщень. Моделі різальних інструментів. Матриці узагальнених переміщень та їх геометрична інтерпретація. Моделі різальних інструментів: однолезового, багатолезового, модель поверхневого інструмента, інструмента з конічною робочою частиною. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [3]. Завдання на СРС: Отримати моделі різальних інструментів з урахуванням заданих умов. Лекція 4. Функції формоутворення оброблюваної поверхні. Отримання рівняння оброблюваної поверхні при обкатуванні. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [3]. Завдання на СРС: Отримати моделі різальних інструментів з урахуванням заданих умов.	4
5	Розділ 3. Типові приклади розрахунку металорізального інструменту на ЕОМ Тема 3.1. САПР фасонних різців. Алгоритмічне забезпечення. Лекція 5. САПР фасонних різців. Алгоритмічне забезпечення. Бланк початкових даних на проектування фасонних різців. Кількісна та якісна інформація. Алгоритм проектування, етапи проектування. Три дільниці алгоритму проектування фасонних різців. Особливості розрахунку профілю в дискретному вигляді та по елементарних дільницях. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [1, 5]. Завдання на СРС: Визначити послідовність розрахунку різців на основі алгоритму. Тема 3.2. Проектування і розрахунок фрез. Лекція 5. Вибір, проектування і розрахунок фрез. Розробка видів і різновидів поверхонь деталей, які виготовляються фрезами. Метод використання таблиць застосування. Таблиці кодування фрез, верстатів, оброблюваних поверхонь. Послідовність вирішення задачі пошуку. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [3, 4]. Завдання на СРС: Доповнити таблицю застосування. 1-97.	4
6	Розділ 4. Методи коригування робочих профілів металорізальних інструментів з використання ЕОМ Тема 4.1. Проектування протяжок. Лекція 6. Алгоритм проектування протяжок. Корекційний розрахунок.	6

	Послідовність і алгоритм проектування протяжок. Корекційний розрахунок для протяжок фасонного профілю, які працюють по генераторній схемі різання. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [2, 3, 6, 7, 9]. Завдання на СРС: Допрацювати корекційний розрахунок.. Лекція 6. Визначення кутів піднутріння. Залежність кутів бокового піднутріння від величини підйому хвостовика при шліфуванні коригованого профілю евольвентних протяжок. Викривлення профілю при протягуванні шліцьових трикутних поверхонь. Вплив кутів піднутріння на шорсткість оброблюваної поверхні. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [2, 3, 6, 7, 9]. Завдання на СРС: Допрацювати залежність кутів бокового піднутріння.	
7	Розділ 5. Математичний апарат і математичні задачі, що найбільш часто зустрічаються при розрахунках інструментів Тема 5.1. Перетворення кутових величин. Лекція 7. Математичні задачі, що найбільш часто зустрічаються при розрахунках інструментів. Перетворення кутових величин. Визначення мінут і секунд для кута x. Переклад кута, що заданий у градусній мірі, в кут, що задані в радіанній мірі. Перетворення кута, що заданий в радіанній мірі, у кут, що заданий у градусах. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література[3]. Завдання на СРС: Знайти приклади використання. Тема 5.2. Вирішення трансцендентних рівнянь. Лекція 7. Математичні задачі, що зустрічаються при розрахунках інструментів. Приклади трансцендентних рівнянь при розрахунках інструментів і розрахунках точності обробки. Методи вирішення трансцендентних рівнянь, приклади вирішення таких рівнянь при розрахунках зуборізних долбачів, при розрахунках обробки елементів черв'ячних передач, при розрахунках черв'ячних фрез і евольвентних передач. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література[3]. Завдання на СРС: Планом не передбачено.	6
8	Тема 5.3. Заміна теоретичних поверхонь різальної частини інструмента технологічно зручними поверхнями. Лекція 8. Апроксимація поверхонь. Лінії, що замінюють, та їх характеристики. Лінія, що замінює – пряма. Лінія, що замінює – коло. Лінія, що замінює – евольвента кола. Лінія, що замінює – Архімедова спіраль. Лінія, що замінює – циклоїдальна крива. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [1, 3, 6].	4

	Завдання на СРС: Планом не передбачено. Тема 5.4. Математичний опис інструментів для обробки черв'яків. Лекція 8. Математичний опис інструментів для обробки черв'яків. Інструмент, що має утворюючу поверхню у вигляді тіла обертання. Випадок, коли гвинтова поверхня оброблюється інструментом фасонного профілю. Визначення вектора-нормалі до гвинтової поверхні. Випадок, коли поверхня обертання формується прямою. Визначення вектора-нормалі до конічної поверхні, до циліндра, до площини. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [1, 3]. Завдання на СРС: Планом не передбачено.	
9	Тема 5.5. Розрахунок координат сліду контактної точки інструмента. Лекція 9. Математичний опис інструментів для обробки черв'яків. Вивід координат точки на торцевому перерізі виробу, що отримано методом обкатки. Вибір систем координат інструменту і виробу. Вирішення трансцендентного рівняння. Параметри рівняння затилованої поверхні. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [1, 3]. Завдання на СРС: Параметричні рівняння затилованої поверхні вивести самостійно по даному на лекції алгоритму. Тема 5.6. Зміна геометричних параметрів оброблюваних поверхонь у зв'язку зі зносом інструмента. Лекція 9. Зміна геометричних параметрів оброблюваних поверхонь у зв'язку зі зносом інструмента. Зв'язок зносу інструмента із тертям – через поняття зносостійкості. Експериментальні дослідження і функція Вейбулла. Засоби боротьби зі зносом. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [3]. Завдання на СРС: Планом не передбачено. Тема 5.7. Принцип побудови програмних одиниць і пакетів прикладних програм. Лекція 9. Принцип побудови програмних одиниць і пакетів прикладних програм. Загальні відомості. Принцип мегапрограмування. Приклад розрахунку рівняння еквідістанти до циліндричного фасонного профілю. Розрахунок гвинтової поверхні, яка отримана конічним шліфувальним кругом. Рівняння затилованої поверхні. Дидактичні засоби: Інтерактивний конспект лекцій. Література: [3]. Завдання на СРС: Математичні дії провести самостійно.	6

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

- правила відвідування занять (як лекцій, так і практичних/лабораторних) регламентується: «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>; «Положення про систему внутрішнього забезпечення якості вищої освіти в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/121>;
- правила поведінки на заняттях (активність, підготовка коротких доповідей чи текстів, відключення телефонів, використання засобів зв'язку для пошуку інформації на гугл-диску викладача чи в інтернеті тощо) регламентується «Положення про організацію освітнього процесу в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/39>, ;
- правила захисту лабораторних робіт; кожен студент особисто здає лабораторні роботи;
- правила захисту індивідуальних завдань; кожен студент особисто здає індивідуальні роботи ;
- в даному кредитному модулі наявні тільки заохочувальні бали, які студент може отримати на добровільній основі виконуючі певний перелік додаткових завдань пов'язаних з тематикою кредитного модуля;
- політика дедлайнів та перескладань, регламентується «Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/32>, «Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/37> ;
- політика щодо академічної доброчесності регламентується «Положення про систему запобігання академічного плагіату в КПІ ім. Ігоря Сікорського» <https://osvita.kpi.ua/node/47>; положенням «Положення про вирішення конфліктних ситуацій в КПІ ім. Ігоря Сікорського» https://osvita.kpi.ua/2020_7-170;

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

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом Таблиця 8.1

Семестр	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять				МКР	РГР	Іспит
		Лек.	Прак.	Лаб.	СРС			
2	150	36	36	0	78	+	-	+
Всього	150	36	36	0	78	+	-	+

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

8.1. Практичні роботи (r1)

Ваговий бал однієї практичної роботи становить 4 бали (табл.8.2). Максимальна кількість балів за всі практичні роботи: $r1 = 12 \text{ робіт} \times 3 \text{ бали} = 36 \text{ балів}$.

Максимальна кількість заохочувальних +3 бали за всі практичні заняття.

Рейтингові бали за одну практичну роботу Таблиця 8.2

Бали	Критерій оцінювання
3,00	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
2,5	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань

2	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
1,5	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
1	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено.
0,00	Робота не виконана, звіт відсутній

8.2. Модульний контроль (r2)

Модульна контрольна робота складається з шести питань МКР яку проводять перед першою атестацією та наприкінці навчального семестру. Ваговий бал МКР становить 4 бали. Максимальна кількість балів за всі модульні контрольні роботи складає: $r2 = 4 \text{ бали} \times 6 \text{ мод.контр. роботи} = 24 \text{ бали}$.

Рейтингові бали МКР Таблиця 8.3

Бали	Критерій оцінювання
4,0	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
3,5	Вірна відповідь на 90 % питань
3	Вірна відповідь на 80 % питань
2	Вірна відповідь на 70 % питань
1	Вірна відповідь на 60 % питань
0,0	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній без поважної причини

8.3. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає тільки заохочувальні бали (табл.8.4). Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати $50 \times 0,1 = (+ 6) \text{ балів}$.

Заохочувальні бали Таблиця 8.4

Дія	Бали
Участь у модернізації лабораторних або практичних робіт	плюс 2 бали
Удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни	плюс 3.. 5 балів
Застосування оригінального підходу при вирішенні задач	плюс 1 бал

8.4. Умови рубіжної атестації

На 8-й тиждень навчання (перша атестація) графіком передбачено виконання: 4-х практичних робіт (максимально 12 балів) і виконання 3 МКР 12 бали. Що становить у сумі $12+12=24 \text{ бали}$. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $24 \times 0,5 = 12 \text{ балів}$. На 14-й тиждень навчання (друга атестація) графіком передбачено виконання: 8-ми практичних робіт (максимально 24 бали) і виконання 3 МКР 12 бали.; Що становить у сумі $36=3 \text{ балів}$. Таким чином для отримання "задовільно" з другої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $36 \times 0,5 = 18 \text{ балів}$.

8.5. Критерії оцінювання іспиту.

Іспит складається з восьми питань, вага кожного питання 4 бали крім завдання №6 і №7.

Вага завдань №6 і №7 складає 8 балів. Максимальна кількість балів заліку успішності становить 40 балів.

Критерій екзаменаційного оцінювання визначається як сума якості відповідей на кожне завдання білета за таблицею 8.5. та 8.6.

Кількість балів за відповідні питання іспиту

Критерії оцінювання Питань 1,2,3,4,5,8 іспиту Таблиця 8.5

Бали	Критерій оцінювання
8	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
7	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
6	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
4	Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
3	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання, не може пояснити результати
0,0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

Критерії оцінювання Питань 7,8 іспиту Таблиця 8.7

Бали	Критерій оцінювання
4	Відмінна відповідь (не менше 95% інформації), можливі несуттєві зауваження та неточності
3.5	Дуже добра відповідь (не менше 85% інформації), помилок немає, відповідь на переважну більшість питань, творче мислення
3	Добра відповідь (не менше 75% інформації), помилок немає, відповідь на більшість питань, окремі недоліки
2.5	Достатня відповідь (не менше 60% інформації) є зауваження, відповідь тільки на частину питань
2	Задовільна відповідь (не менше 60% інформації), суттєві помилки, відповідь на поодинокі питання, не може пояснити результати
0,0	Відповідь не вірна або менше 60% інформації, або відсутня

8.6. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (rd):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $R_c = \sum r_i$ де r - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 8.2-8.7). $R_c = 36\text{пр} + 24\text{мкр} = 60$ балів.

Екзаменаційна складова RE шкали дорівнює (табл. 8.7): $RE = 60$ балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $RD = R_c + RE = 50 + 50 = 100$ балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою. Таблиця 8.7

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль

- 1 Типові задачі проектування різального інструмента.
- 2 Методи рішення задач проектування різального інструмента з використання EOM.
- 3 Структура і зміст САПР інструмента (підсистеми і їх компоненти).
- 4 Математичне забезпечення САПР інструмента.
- 5 Інформаційне забезпечення САПР інструмента (інформаційні потоки).
- 6 Кінематичні схеми формоутворення, поняття про початкову інструментальну поверхню (утворюючі лінії).
- 7 Чотири методи створення утворюючих ліній.
- 8 Способи утворення початкових інструментальних поверхонь.
- 9 Умови формоутворення поверхонь деталей. Умова існування початкової інструментальної поверхні.
10. Умова правильного зіткнення вихідної інструментальної поверхні I и поверхні Д без їхнього взаємного впровадження.
- 11 Умова відсутності перехідних поверхонь на деталях.
- 12 Визначення нормалі $\vec{N}$ до гвинтової поверхні в різних її точках.
- 13 Визначення вектора-нормалі $\vec{N}$ до поверхні обертання.
- 14 Визначення вектора-нормалі $\vec{N}$ до циліндричної поверхні.
- 15 Визначення рівняння контакту при прямолінійно-поступальному русі гвинтової поверхні.
- 16 Визначення рівняння контакту при прямолінійно-поступальному русі поверхні обертання.
- 17 Визначення рівняння контакту при прямолінійно-поступальному русі циліндричної поверхні.
- 18 Рівняння контакту при обертальному русі гвинтової поверхні.
- 19 Рівняння контакту при обертальному русі поверхні обертання.
- 20 Рівняння контакту при обертальному русі циліндричної поверхні.
- 21 Математичний опис функції формоутворення оброблюваної поверхні за допомогою матриць узагальнених переміщень.
- 22 Функція формоутворення для однолезового інструмента.
- 23 Функція формоутворення для циліндричної фрези з гвинтовим зубом.
- 24 Функція формоутворення для циліндричної фрези з прямим зубом.
- 25 Функція формоутворення для поверхневого інструмента.
- 26 Функція формоутворення для поверхневого інструмента з конічною робочою поверхнею.
- 27 Опис функції формоутворення оброблюваної поверхні.
- 28 Бланк вихідних даних на проектування фасонних різців.
- 29 САПР фасонних різців, алгоритмічне забезпечення. Три етапи алгоритму проектування.
- 30 САПР фасонних різців, алгоритмічне забезпечення. Розрахунок профілю різця по двох гілках.
- 31 Залежність кутів бічного піднутрення від величини підйому хвостовика при шліфуванні коригованого профілю евольвентних протяжок.
- 32 Викривлення профілю при протягуванні трикутних шлиців.
- 33 Вплив кутів піднутріння на шорсткість оброблюваної поверхні.
- 34 Заміна теоретичних поверхонь різальної частини інструмента технологічно зручними поверхнями. Лінія, що замінює – пряма.
- 35 Заміна теоретичних поверхонь різальної частини інструмента технологічно зручними поверхнями. Лінія, що замінює – пряма.
- 36 Заміна теоретичних поверхонь різальної частини інструмента технологічно зручними поверхнями. Лінія, що замінює – коло.
- 37 Заміна теоретичних поверхонь різальної частини інструмента технологічно зручними поверхнями. Лінія, що замінює – евольвента.
- 38 Інструменти для верстатів з ЧПУ.

39 Основні положення теорії спряжених профілів.

40 Спосіб загальних нормалей і спряжених профілей з використанням лінії профілювання як спосіб профілювання черв'ячних фрез.

41 Визначення радіусу початкової окружності шлицевого валіка.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено доцентом каф Технології машинобудування, к.т.н., доц., Даниловою Л.М.

Ухвалено кафедрою Технології машинобудування (протокол №15 від 17.04.2025)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (протокол №9 від 25.04.2025)