



Засоби оброблення 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	Технології машинобудування
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)/очна(вечірня)/дистанційна/змішана
Рік підготовки, семестр	6 семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (всього загальний)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доц. Данилова Л.М., Danylova.liudmyla@lll.kpi.ua Лабораторні: к.т.н., доц. Данилова Л.М., Danylova.liudmyla@lll.kpi.ua
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/Njk5NDk1NDg0MDha

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, експлуатують різні види засобів оброблення різанням, застосовуваних у різних видах обробки при виготовленні різних деталей, які використовуються у світовій практиці.

Метою дисципліни є формування у студентів здатностей розв'язання наступних типових задач: аналізувати особливості технологічного процесу з точки зору вибору доцільних засобів оброблення, аналізувати вплив геометричних і конструктивних параметрів різального інструменту на процес оброблення деталей, їх точність і якість; визначати доцільний інструментальний матеріал і розуміти вплив методу і засобів оброблення на вибір інструментального матеріалу; визначати множину засобів оброблення різанням, призначених для реалізації даного технологічного процесу. І фахово розумітись в наступних питаннях: ролі і значенні геометричних параметрів і матеріалу в забезпеченні технологічних процесів засобами оброблення різанням; класифікації стандартних засобів оброблення; методах профілювання спеціального інструменту; загальних відомостей про формоутворення поверхонь деталей; способів надання поверхні деталі заданих властивостей при різноманітних процесах обробки; загальних принципів побудови забезпечення верстатів з ЧПК і автоматичних ліній засобами оброблення різанням.

Також студент може професійно: вирішувати завдання, пов'язані з раціональним підбором і експлуатацією засобів оброблення різанням у різних умовах виробництва; обґрунтовано обирати із набору стандартних необхідні засоби оброблення різанням, виходячи із заданих вимог якості деталей та умов їх оброблення; проектувати фасонні різальні інструменти; проектувати процеси формоутворення складних поверхонь на верстатах з ЧПК.

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

Для вивчення даної дисципліни необхідно вивчити наступні дисципліни: механіка-матеріалів і конструкцій, Теорія-механізмів і машин, метрологія, стандартизація і сертифікація, технологія машинобудування, теорія різання

Ця дисципліна є однією із базових дисциплін для дипломного проектування.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Сучасні методи інструментального оснащення технологічних операцій у машинобудуванні					
Тема 1.1. Вступ. Роль і значення засобів оброблення різанням в машинобудуванні. Матеріали, що застосовуються для різальних інструментів	3	2			1
Тема 1. 2. Основні принципи класифікації засобів оброблення різанням	3	2			1
Разом за розділом 1	6	4			2
Розділ 2. Засоби оброблення різанням загального призначення					
Тема 2.1. Засоби оброблення зовнішніх циліндричних тіл обертання	8	6			2
Тема 2. 2. Прошивки, протяжки	3	2			1
Тема 2.3. Засоби оброблення фрезеруванням	8	6			2
Тема 2.4. . Засоби оброблення внутрішніх циліндричних тіл обертання	6	4			2
Лабораторна робота 1	6			4	2
Лабораторна робота 2	8			6	2
Лабораторна робота 3	8			6	2
Лабораторна робота 4	8			6	2
Лабораторна робота 5	8			6	2
Лабораторна робота 7	2			2	
Лабораторна робота 8	2			2	
Модульна контрольна робота 1	2				2
Модульна контрольна робота 2	2				2
Модульна контрольна робота 3	2				2
Модульна контрольна робота 4	2				2
Разом за розділом 2	79	18		32	29
Розділ 3. Засоби оброблення різанням складних поверхонь					
Тема 3.1 Засоби оброблення різьб	6	4			2
Тема 3.2. Засоби оброблення зубчастих коліс	9	6			3
Лабораторна робота 6	4			2	2

Лабораторна робота 9	4			2	2
Разом за розділом 3	23	10		4	9
Розділ 4. Засоби оброблення різанням для автоматизованого машинобудування					
Тема 4.1. Загальні принципи побудови інструментального забезпечення верстатів з ЧПК і автоматичних ліній	3	2			1
Тема 4.2. Засоби оброблення різанням для верстатів з ЧПК	3	2			1
Разом за розділом 4	6	4			2
Залік	6				6
Всього годин	120	36		36	48

4. Навчальні матеріали та ресурси

Основна:

1. Григурко І.О., Брендуля М.Ф., Доценко С.М. Технологія обробки типових деталей. Навчальний посібник. – Львів: Новий Світ – 2000, 2006. – 576 с.
2. Кукляк М.Л. Металорізальні інструменти : навч. посіб. / М.Л. Кукляк, І.С. Афтаназів, І.І. Юрчишин. – Львів : вид-во НУ «Львівська політехніка», 2003.– 556 с. 6.
3. Металорізальні інструменти: підручник / Равська Н. С. - Житомир: ЖДТУ, 2016. – 612 с.
4. Островерх Є. В. Інструментальне забезпечення технологічних процесів оброблення матеріалів у машинобудуванні : навч. посібник / Є. В. Островерх ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2019. – 270 с.
5. Скочко Є.В. Різальні інструменти. - Житомир, ЖІТІ, 2000. – 208 с
6. Равська Н.С., Родін П.Р., Мельничук П.П., Солодкий В.І., Родін Р.П. Різальний інструмент. Лабораторний практикум. -Житомир, ЖІТІ, 2002. – 298 с
7. Швець С.В. Металорізальні інструменти: Навчальний посібник. - Суми: Вид-во СумДУ, 2007. - 185 с

Додаткова:

8. Методичні вказівки до практичних робіт з дисципліни «Інструментальні системи та інструментальне забезпечення» (для студентів спеціальностей 8.090203 і 8.090204) / Упоряд .: Є.В. Мироненко, В.С. Гузенко. - Краматорськ: ДДМА, 2015. - 18 с.
9. Методичні вказівки щодо виконання контрольних робіт з навчальної дисципліни «Інструментальне забезпечення автоматизованого виробництва» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 131 – «Прикладна механіка» за освітньо-професійною програмою «Технології машинобудування» освітнього ступеня «Бакалавр»: В. В. Костін, Р. Г. Аргат - Кременчук : КНУ, 2021. – 37 с.
10. Різальний інструмент : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» денної форми навчання / уклад. : В. В. Калініченко, А. В. Коваленко. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – 44 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	<p><i>Тема 1.1.</i> Вступ. Роль і значення засобів оброблення різанням в машинобудуванні. Матеріали, що застосовуються для засобів оброблення різанням.</p> <p><i>Лекція.1.</i> Принципи побудови конструкції різальних інструментів. Матеріали для різальних інструментів.</p> <p>Вимоги до засобів оброблення різанням, що забезпечують високу продуктивність, точність і якість оброблених деталей. Додаткові вимоги до засобів оброблення різанням для верстатів з ЧПУ і автоматизованих виробництв.</p> <p><i>Література:</i> [1, 2].</p>
2	<p><i>Тема 1. 2.</i> Основні принципи класифікації засобів оброблення різанням</p> <p><i>Лекція 2.</i> Класифікація інструментів.</p> <p>Службове призначення засобів оброблення різанням, Інструменти універсального, напівуніверсального і спеціального призначення. Основні частини інструмента – робоча й кріпильна, їх геометричні і конструктивні елементи. Визначення, призначення, і класифікація різальних інструментів. Значення засобів оброблення різанням в забезпеченні процесу оброблення матеріалів різанням. Розвиток і сучасний стан інструментальної промисловості і виробництва засобів оброблення різанням.</p> <p>Інструменти складеної і збірної конструкції. Види кріплення робочих елементів, типові конструкції.</p> <p>Специфічні вимоги до засобів оброблення автоматизованого виробництва.</p> <p>Забезпечення високої продуктивності, необхідної точності і якості обробленої поверхні. Обґрунтування геометричних і математичне визначення конструктивних параметрів інструментів.</p> <p><i>Література:</i> [1, 7].</p>
3	<p><i>Тема2.1.</i> Засоби оброблення зовнішніх циліндричних тіл обертання</p> <p><i>Лекція 3.</i> Типи і призначення засобів оброблення різанням зовнішніх циліндричних тіл обертання .</p> <p>Типи і призначення засобів оброблення різанням зовнішніх циліндричних тіл обертання. Основні положення конструювання. Конструктивне виконання різальної частини. Геометричні параметри. Заходи щодо поліпшення відводу стружки.</p> <p>Різці твердосплавні: напаяні, збірні, з багатограними непероточуваними пластинами твердого сплаву, для тонкого точіння, алмазні, зі штучними надтвердими матеріалами. Конструкції кріплень таких пластин. Особливості вибору різальних пластин, матеріалу і кріплень.</p> <p>Особливості конструкції відрізних і стругальних різців.</p> <p><i>Література:</i> [1, 2, 3, 4, 7].</p>
4	<p><i>Тема2.1.</i> Засоби оброблення зовнішніх циліндричних тіл обертання</p> <p><i>Лекція 4.</i> Фасонні різці з осьовою подачею.</p> <p>Особливості призначення. Фасонні різці. Профілювання та вибір геометричних параметрів фасонних різців (призматичних і дискових). Похибки профілю деталі при оброблюванні фасонними різцями й способи їхнього зменшення.</p> <p><i>Література:</i> [1, 2, 3, 4, 7].</p>
5	<p><i>Тема2.1.</i> Засоби оброблення зовнішніх циліндричних тіл обертання</p> <p><i>Лекція 5.</i> Фасонні різці з тангенціальною подачею.</p> <p>Особливості призначення. Призматичні різці з тангенціальною подачею, особливості їхньої роботи, профілювання, розрахунок профілю, геометричні параметри, їх вплив на точність оброблення, розрахунок параметру впливу на точність оброблення. Корекційні розрахунки фасонних різців, призначення допусків.</p>

	<p><i>Література: [1, 2, 3, 4, 7].</i></p>
6	<p><i>Тема 2.2. Прошивки, протяжки</i> <i>Лекція 6. Прошивки, протяжки.</i></p> <p>Особливості призначення. Принцип роботи протяжок, галузі й економічна ефективність їх застосування. Конструкція і загальні конструктивні елементи. Робоча частина. Схеми різання, їх особливості реалізації в типових конструкціях протяжок і в утворенні поверхні деталі. Розрахунок і вибір елементів різальної частини протяжки: кроку зубів, форми і розміру зубів і западин, припуску під протягування, числа зубів, довжини різальної частини.</p> <p>Частина протяжки, що калібрує, її призначення, форма і розміри. Умови забезпечення необхідних розмірів і якості поверхні деталі. Визначення виконавчих розмірів.</p> <p>Особливості конструкції і розрахунку окремих видів протяжок. Протяжки круглі з різними схемами різання, шліцьові, багатогранні, шпонкові. Конструкції збірних протяжок і протяжок, що оснащені пластинами з твердого сплаву. Конструктивні відмінності протяжок для автоматизованого виробництва.</p> <p>Протяжки зовнішні, їхнє застосування. Схеми різання і формоутворення. Розміщення секцій на інструментальній плиті, їхнє кріплення і регулювання. Приклади конструкцій зовнішніх протяжок, у тому числі з багатогранними пластинами з твердого сплаву.</p> <p>Оптимізація геометричних параметрів протяжки для різних умов. Критерії оптимізації.</p> <p><i>Література:[1, 2, 3].</i></p>
7	<p><i>Тема 2.3. Засоби оброблення фрезеруванням</i> <i>Лекція 7. Типи фрезерних інструментів.</i></p> <p>Особливості призначення. Визначення, призначення і типи фрезерних інструментів. Кінематика процесу фрезерування. Загальні положення визначення конструкцій і конструктивних елементів циліндричних, торцевих і дискових фрез: форми зуба і западини, геометричні параметри посадкового отвору, зовнішнього діаметра, напрямки розвитку конструкцій фрез.</p> <p>Фрезерні інструменти зірної конструкції. Особливості кріплення різальних елементів, достоїнства і недоліки окремих конструкцій, їхня економічність. Фрези з багатогранними непереточуваними пластинами твердосплавними і з надтвердих матеріалів.</p> <p><i>Література:[1, 2, 3].</i></p>
8	<p><i>Тема 2.3. Засоби оброблення фрезеруванням</i> <i>Лекція 8. Затилові фрезерні інструменти.</i></p> <p>Фрези фасонні, особливості їх призначення. Форма задньої поверхні затилової фрези, методи і напрямки затилювання. Визначення конструктивних розмірів. Геометричні параметри. Розрахунок параметру затилювання, корекція при двосторонньому затилюванні.</p> <p><i>Література:[1, 2, 3, 5].</i></p>
9	<p><i>Тема 2.3. Засоби оброблення фрезеруванням</i> <i>Лекція 9. Вибір і розрахунок геометричних і конструктивних параметрів фрез.</i></p> <p>Переваги фрези гострозаточених, конструкції, геометрія різальних кромки Умови вибору діаметра, числа і форми зубів; математичне визначення умови рівномірності фрезерування.</p> <p><i>Література:[1, 2, 3, 5, 7].</i></p>
10	<p><i>Тема 2.4. Засоби оброблення внутрішніх циліндричних тіл обертання</i> <i>Лекція 10. Свердла.</i></p> <p>Особливості призначення. Побудови конструкції інструментів для оброблення отворів. Особливості умов їхньої роботи і вплив їх на конструктивні і геометричні</p>

	<p>параметри інструмента. Інструменти для збільшення діаметра отворів і для оброблення отворів у суцільному матеріалі. Інструменти універсального і спеціального призначення. Розрахунок допусків виконавчих розмірів. Види інструментів і напрямки розвитку їхніх конструкцій.</p> <p>Свердла спіральні (конструкція, геометрія різальних кромки), методи поліпшення конструктивних, геометричних і експлуатаційних параметрів. Конструктивні особливості окремих видів свердел; свердла твердосплавні, для глибокого свердління, для кільцевого свердління, свердла алмазні.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3, 6, 7].</p>
11	<p><i>Тема 2.4. Засоби оброблення внутрішніх циліндричних тіл обертання</i> <i>Лекція 11. Зенкери, розвертки.</i></p> <p>Особливості призначення. Зенкери. Конструктивні особливості, геометричні параметри; визначення діаметра частини, що калібрує. Збірні конструкції, зенкери твердосплавні.</p> <p>Розвертки, їхні типи, застосування, конструктивні особливості. Стандартизація розмірів, забезпечення розміру і якості обробленої поверхні отвору. Розвертки регульовані, цільні і збірні, твердосплавні. Методи кріплення на верстаті.</p> <p>Розточувальні різці, пластини, блоки, головки, їхня конструкція, методи кріплення і регулювання, геометричні параметри. Інструменти з багатограними твердосплавними пластинами. Мікробори. Різці для тонкого розточування з різальною частиною з НТМ.</p> <p>Комбіновані інструменти цільні і збірні.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3, 6].</p>
12	<p><i>Тема 3.1. Засоби оброблення різьб</i> <i>Лекція 12. Різьбові різці, гребінки, мітчики.</i></p> <p>Особливості призначення. Принципи роботи різьбових інструментів. Кінематика процесу оброблення. Інструменти універсального, напівуніверсального і спеціального призначення. Різальні і калібрувальні частини, їх призначення, конструкція, схеми різання. Положення передньої поверхні і напрямку сходу стружки. Види різьбових інструментів, ефективність їхнього застосування.</p> <p>Різьбові різці і гребінки, їхня конструкція. Положення передньої поверхні і напрямку витків гребінки, вплив на точність профілю різьби і геометричні параметри.</p> <p>Мітчики, їхні види і призначення, умови роботи й елементи конструкції. Конструкція різальної і калібрувальної частини.</p> <p>Особливості конструкції мітчиків різних типів: гайкових, машинних, машиноручних, плашкових, маточних, безканавочних, комплектних, твердосплавних. Розподіл роботи різання і розрахунок розмірів різьб комплектних мітчиків. Мітчики збірної конструкції. Удосконалювання конструкцій мітчиків. Мітчики що видавляють.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>
13	<p><i>Тема 3.1. Засоби оброблення різьб</i> <i>Лекція 13. Плашки, різьбові фрези, різьбонакатні інструменти.</i></p> <p>Круглі плашки, їхня конструкція, форма передньої поверхні, кути різання.</p> <p>Різьбові фрези, їхні типи. Фрези дискові і гребінчасті, їхнє призначення, особливості конструкції.</p> <p>Різьбонаарізні головки, призначення, типи, ефективність застосування. Конструкції головок із круглими гребінками для зовнішнього нарізання. Основні механізми головок. Конструкції гребінок і їх установа в голівці, геометричні параметри.</p> <p>Різьбонакатні інструменти, їхнє призначення переваги, типи, ефективність застосування. Принцип роботи інструментів і конструктивні відмінності їхніх робочих</p>

	<p>елементів у залежності від напрямку подачі – радіальної, тангенціальної, осьової. Схеми утворення різьб. Конструкція різьбонакатних плашок і роликів. Конструкція різьбонакатних головок, вимоги до них, основні механізми, умови налагодження методи регулювання і забезпечення точності і якості утвореної різьби. <i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>
14	<p><i>Тема 3.2. Засоби оброблення зубчастих коліс</i> <i>Лекція 14. Засоби оброблення зубів циліндричних коліс.</i></p> <p>Особливості призначення. Типи зуборізних інструментів, їхнє застосування й ефективність. Початковий контур зубчастої й інструментальної рейки.</p> <p>Інструменти, що працюють за методом копіювання, їхнє призначення. Дискові зуборізні фрези для остаточного й попереднього оброблення. Пальцеві фрези, зуборізні головки, протяжки для зубчастих коліс зовнішнього і внутрішнього зачеплення.</p> <p>Інструменти, що працюють за методом обгинання. Основні принципи роботи інструментів, що обкатуються, їхні переваги, недоліки, ефективність, якість одержуваних деталей. Види зуборізних інструментів, що обкатуються і їхнє застосування.</p> <p>Гребінки зубостругальні, їхні типи, конструкція, визначення розмірів профілю зубів, геометричні параметри.</p> <p>Черв'ячні зуборізні фрези. Принцип роботи. Утворення обробленої поверхні, огранювання і хвилястість на утворених поверхнях зубів. Конструкція фрез і визначення конструктивних параметрів (діаметра, довжини, числа і розмірів зубів, напрямки канавок, геометричних параметрів і форми задньої поверхні зуба).</p> <p>Основні норми точності на черв'ячні фрези. Збірні конструкції фрез, їхня ефективність. Шляхи удосконалювання конструкцій черв'ячних фрез – фрези з диференційованою схемою різання й зміненими розмірами зубів, зі зміненими кутами профілю, твердосплавні, оснащені НТМ, з незатилованими зубами. Чистові черв'ячні фрези – шевери, їхнє застосування і конструкція. Однозубі фрези – летючки.</p> <p>Зуборізні довбачі, принцип роботи, їхні типи. Конструкція, зміна висотної корекції по довжині зубів довбача для утворення задніх кутів; геометричні параметри. Величина вихідної відстані, його призначення, вплив на працездатність – експлуатаційні показники і конструкцію довбача. Удосконалення й особливості окремих конструкцій довбачів – збірні, твердосплавні й ін.</p> <p>Шевери, їхні типи, призначення, ефективність, принцип роботи, параметри установлення й основні кінематичні співвідношення Удосконалення конструкцій шеверів – однопрохідні, зі зміною напрямку подачі й ін.</p> <p>Невиправні похибки оброблення зуборізними інструментами. Їх визначення, зменшення і методи усунення. <i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>
15	<p><i>Тема 3.2. Засоби оброблення зубчастих коліс</i> <i>Лекція 15. Засоби оброблення конічних коліс.</i></p> <p>Плоске й плоско–вершинне колесо, що створює, як геометрична основа формоутворення зубів конічного колеса, інструменту і методу оброблення. Кінематика процесів оброблення. Види інструментів для оброблення коліс із прямими і криволінійними зубами.</p> <p>Інструменти для нарізання прямозубих коліс. Зубостругальні різці. Принцип роботи, конструкція, основні розміри, геометрія різальних кромки. Фрези і зуборізні головки, їхня конструкція, галузь застосування і переваги. Кругові протяжки, сутність методу, галузь застосування, конструкції, геометрія і профіль зубів.</p> <p>Зуборізні головки для нарізування коліс із круговими зубами, сутність методу і способи нарізування зубів. Конструкція і геометрія різців. Поліпшення конструкцій і</p>

	<p>нові види зуборізних головок твердосплавними різцями, дворядні зуборізні головки. Конічні черв'ячні фрези, їхнє призначення, принцип роботи, конструкція і визначення основних конструктивних елементів фрез.</p> <p>Дидактичні засоби: слайди, роздавальний матеріал.</p> <p>Література:[1, 2, 3, 9].</p>
16	<p><i>Тема 3.2. Засоби оброблення зубчастих коліс</i></p> <p><i>Лекція 16 Засоби оброблення зубчастих коліс, що обкатуються для деталей складного профілю.</i></p> <p>Типи деталей, оброблюваних інструментами, що обкатуються. Кінематика робочих процесів оброблення. Умови формоутворення поверхні методом обгинання і можливості оброблення деталей. Основні положення визначення профілю різальної кромки інструмента.</p> <p>Література:[1, 2, 3].</p>
17	<p><i>Тема 4.1. Загальні принципи побудови інструментального забезпечення верстатів зі ЧПК і автоматичних ліній</i></p> <p><i>Лекція 17. Інструментальне забезпечення верстатів зі ЧПУ і автоматичних ліній. Ефективність експлуатації верстатів з ЧПУ. Уніфікація систем допоміжного інструменту.</i></p> <p>Література: [1, 2, 7].</p>
18	<p><i>Тема 4.2. Засоби оброблення різанням для верстатів зі ЧПУ</i></p> <p><i>Лекція 18. Інструментальне забезпечення верстатів зі ЧПУ і автоматичних ліній.</i></p> <p>Структура і схема інструментального оснащення, що забезпечує необхідну точність і якість оброблення деталей, підвищення економічної швидкості різання і зниження простоїв устаткування через випадкові виходи інструмента із строю. Швидкозмінні інструменти, що настроюються на розмір поза верстатом. Додаткові вимоги до них. Типові конструкції і їхній аналіз.</p> <p>Методи збільшення розмірної стійкості інструмента і підвищення точності утворених поверхонь деталі. Механізми автоматичної заміни інструмента і підналагодження його робочої частини на розмір. Автоматизація заміни зношених ділянок різальної крайки. Приклади конструктивних рішень і їхня ефективність.</p> <p>Основні види допоміжного оснащення для насадного інструмента, кінцевого і призматичного. Базування інструментів, типізація базових поверхонь; вплив на точність позиціонування і твердість інструмента. Підсистема допоміжних інструментів для верстатів зі ЧПУ.</p> <p>Література: [1, 7].</p>

5.2. Лабораторні заняття

Основні завдання циклу лабораторних занять практична перевірка і закріплення знань, які отримували на лекційних заняттях.

№ з/п	Назва лабораторної роботи (комп'ютерного практикуму)	Кількість ауд. годин
1	Розшифровка марок інструментальних сталей. 1.1.	4
2	Змінні багатогранні пластини. Вивчення конструкцій різців з механічним кріпленням багатогранних пластин. Базування змінних багатогранних пластин в гнізді державки різця. Дослідження розмірного налагодження різального інструменту на токарному верстаті мод. 16A20ФЗРМ139. Присвячена вивченню теми 2.1.	6
3	Дослідження формоутворення гвинтових стружкових канавок в спіральних свердлах. Присвячена вивченню теми 2.4.	6

4	Вивчення конструкції та методів контролю параметрів черв'ячних зуборізних фрез. Вивчення конструкції та методів контролю параметрів зуборізних довбачів. Присвячена вивченню теми 3.2.	6
5	Ознайомлення з обладнанням для заточування інструментів і придбання навичок в настроюванні універсально-заточної голівки на універсально заточному верстаті. Присвячена вивченню теми 2.1.	6
6	Конструкція, типи і геометрія інструментів для утворення різьб. Присвячена вивченню теми 3.1.	2
7	Підбір засобів утворення поверхонь обертання. Присвячена вивченню теми 2.1.	2
8	Підбір засобів утворення плоских поверхонь. Присвячена вивченню теми 2.3.	2
9	Підбір засобів утворення різьбових поверхонь. Присвячена вивченню теми 3.1.	2

5.3 Практичні заняття

Не передбачено.

5.4. Індивідуальні завдання

Не передбачено.

5.5. Контрольні роботи

Передбачено виконання чотирьох контрольних робіт:

КР 1 – Тема 2.1.: Виконання 2 задач із розрахунку геометричних параметрів профілю і установлення різців на інструментів для оброблення отворів.

КР 2 – Тема 2.1.: Виконання 2 задач із розрахунку геометричних параметрів профілю і установлення протяжок і інструментів для оброблення різьби.

КР 3 – Тема 2.1.: Виконання 2 задач із розрахунку геометричних параметрів профілю і установлення фрезерних інструментів.

МКР 4 – Тема 2.4.: Виконання 2 задач із розрахунку геометричних параметрів профілю і установлення інструментів для оброблення зубчастих коліс.

6. Самостійна робота студента

№ з/п	Назва теми, при підготовці до аудиторних занять	Кількість годин СРС
1	Тема 1.1. Вступ. Роль і значення засобів оброблення різанням в машинобудуванні. Матеріали, що застосовуються для засобів оброблення різанням. Лекція.1. Принципи побудови конструкції різальних інструментів. Матеріали для різальних інструментів. Вимоги до засобів оброблення різанням, що забезпечують високу продуктивність, точність і якість оброблених деталей. Додаткові вимоги до засобів оброблення різанням для верстатів з ЧПУ і автоматизованих виробництв. Література: [1, 2].	2
2	Тема 1. 2. Основні принципи класифікації засобів оброблення	2

	<p>різанням</p> <p><i>Лекція 2. Класифікація інструментів.</i></p> <p>Службове призначення засобів оброблення ризанням, Інструменти універсального, напівуніверсального і спеціального призначення. Основні частини інструмента – робоча й кріпильна, їх геометричні і конструктивні елементи. Визначення, призначення, і класифікація різальних інструментів. Значення засобів оброблення ризанням в забезпеченні процесу оброблення матеріалів ризанням. Розвиток і сучасний стан інструментальної промисловості і виробництва засобів оброблення ризанням.</p> <p>Інструменти складеної і збірної конструкції. Види кріплення робочих елементів, типові конструкції.</p> <p>Специфічні вимоги до інструментів для автоматизованого виробництва.</p> <p>Забезпечення високої продуктивності, необхідної точності і якості обробленої поверхні. Обґрунтування геометричних і математичне визначення конструктивних параметрів інструментів.</p> <p><i>Література: [1, 7].</i></p>	
3	<p><i>Тема2.1. Засоби оброблення зовнішніх циліндричних тіл обертання</i></p> <p><i>Лекція 3. Типи і призначення засобів оброблення ризанням зовнішніх циліндричних тіл обертання .</i></p> <p>Типи і призначення засобів оброблення ризанням зовнішніх циліндричних тіл обертання. Основні положення конструювання. Конструктивне виконання різальної частини. Геометричні параметри. Заходи щодо поліпшення відводу стружки.</p> <p>Різці твердосплавні: напаяні, збірні, з багатограними непероточуваними пластинами твердого сплаву, для тонкого точіння, алмазні, зі штучними надтвердими матеріалами. Конструкції кріплень таких пластин. Особливості вибору різальних пластин, матеріалу і кріплень.</p> <p>Особливості конструкції відрізних і стругальних різців.</p> <p><i>Література: [1, 2, 3, 4, 7].</i></p>	1
4	<p><i>Тема2.1. Засоби оброблення зовнішніх циліндричних тіл обертання</i></p> <p><i>Лекція 4. Фасонні різці з осьовою подачею.</i></p> <p>Особливості призначення. Фасонні різці. Профілювання та вибір геометричних параметрів фасонних різців (призматичних і дискових). Похибки профілю деталі при оброблюванні фасонними різцями й способи їхнього зменшення.</p> <p><i>Література: [1, 2, 3, 4, 7].</i></p>	0,5
5	<p><i>Тема2.1. Засоби оброблення зовнішніх циліндричних тіл обертання</i></p> <p><i>Лекція 5. Фасонні різці з тангенціальною подачею.</i></p> <p>Особливості призначення. Призматичні різці з тангенціальною подачею, особливості їхньої роботи, профілювання, розрахунок профілю, геометричні параметри, їх вплив на точність оброблення, розрахунок параметру впливу на точність оброблення. Корекційні розрахунки фасонних різців, призначення допусків.</p> <p><i>Література: [1, 2, 3, 4, 7].</i></p>	0,5
6	<p><i>Тема2. 2. Прошивки, протяжки</i></p> <p><i>Лекція 6. Прошивки, протяжки.</i></p> <p>Особливості призначення. Принцип роботи протяжок, галузі й економічна ефективність їх застосування. Конструкція і загальні конструктивні елементи. Робоча частина. Схеми ризання, їх</p>	2

	<p>особливості реалізації в типових конструкціях протяжок і в утворенні поверхні деталі. Розрахунок і вибір елементів різальної частини протяжки: кроку зубів, форми і розміру зубів і западин, припуску під протягування, числа зубів, довжини різальної частини.</p> <p>Частина протяжки, що калібрує, її призначення, форма і розміри. Умови забезпечення необхідних розмірів і якості поверхні деталі. Визначення виконавчих розмірів.</p> <p>Особливості конструкції і розрахунку окремих видів протяжок. Протяжки круглі з різними схемами різання, шліцьові, багатогранні, шпонкові. Конструкції збірних протяжок і протяжок, що оснащені пластинами з твердого сплаву. Конструктивні відмінності протяжок для автоматизованого виробництва.</p> <p>Протяжки зовнішні, їхнє застосування. Схеми різання і формоутворення. Розміщення секцій на інструментальній плиті, їхнє кріплення і регулювання. Приклади конструкцій зовнішніх протяжок, у тому числі з багатогранними пластинами з твердого сплаву.</p> <p>Оптимізація геометричних параметрів протяжки для різних умов. Критерії оптимізації.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	
7	<p><i>Тема 2.3. Засоби оброблення фрезеруванням</i> <i>Лекція 7. Типи фрезерних інструментів.</i></p> <p>Особливості призначення. Визначення, призначення і типи фрезерних інструментів. Кінематика процесу фрезерування. Загальні положення визначення конструкцій і конструктивних елементів циліндричних, торцевих і дискових фрез: форми зуба і западини, геометричні параметри посадкового отвору, зовнішнього діаметра, напрямки розвитку конструкцій фрез.</p> <p>Фрезерні інструменти зірної конструкції. Особливості кріплення різальних елементів, достоїнства і недоліки окремих конструкцій, їхня економічність. Фрези з багатогранними непереточуваними пластинами твердосплавними і з надтвердих матеріалів.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	1
8	<p><i>Тема 2.3. Засоби оброблення фрезеруванням</i> <i>Лекція 8. Затіловані фрезерні інструменти.</i></p> <p>Фрези фасонні, особливості їх призначення. Форма задньої поверхні затілової фрези, методи і напрямки затилування. Визначення конструктивних розмірів. Геометричні параметри. Розрахунок параметру затилування, корекція при двосторонньому затилуванні.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3, 5].</p>	0,5
9	<p><i>Тема 2.3. Засоби оброблення фрезеруванням</i> <i>Лекція 9. Вибір і розрахунок геометричних і конструктивних параметрів фрез.</i></p> <p>Переваги фрези гострозаточених, конструкції, геометрія різальних кромки Умови вибору діаметра, числа і форми зубів; математичне визначення умови рівномірності фрезерування.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3, 5, 7].</p>	0,5
10	<p><i>Тема 2.4. Засоби оброблення внутрішніх циліндричних тіл обертання</i> <i>Лекція 10. Свердла.</i></p> <p>Особливості призначення. Побудови конструкції інструментів</p>	1

	<p>для оброблення отворів. Особливості умов їхньої роботи і вплив їх на конструктивні і геометричні параметри інструмента. Інструменти для збільшення діаметра отворів і для оброблення отворів у суцільному матеріалі. Інструменти універсального і спеціального призначення. Розрахунок допусків виконавчих розмірів. Види інструментів і напрямки розвитку їхніх конструкцій.</p> <p>Свердла спіральні (конструкція, геометрія різальних кромок), методи поліпшення конструктивних, геометричних і експлуатаційних параметрів. Конструктивні особливості окремих видів свердел; свердла твердосплавні, для глибокого свердління, для кільцевого свердління, свердла алмазні.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3, 6, 7].</p>	
11	<p><i>Тема 2.4. Засоби оброблення внутрішніх циліндричних тіл обертання</i></p> <p><i>Лекція 11. Зенкери, розвертки.</i></p> <p>Особливості призначення. Зенкери. Конструктивні особливості, геометричні параметри; визначення діаметра частини, що калібрує. Збірні конструкції, зенкери твердосплавні.</p> <p>Розвертки, їхні типи, застосування, конструктивні особливості. Стандартизація розмірів, забезпечення розміру і якості обробленої поверхні отвору. Розвертки регульовані, цільні і збірні, твердосплавні. Методи кріплення на верстаті.</p> <p>Розточувальні різці, пластини, блоки, головки, їхня конструкція, методи кріплення і регулювання, геометричні параметри. Інструменти з багатограними твердосплавними пластинами. Мікробори. Різці для тонкого розточування з різальною частиною з НТМ.</p> <p>Комбіновані інструменти цільні і збірні.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3, 6].</p>	1
12	<p><i>Тема 3.1. Засоби оброблення різьб</i></p> <p><i>Лекція 12. Різьбові різці, гребінки, мітчики.</i></p> <p>Особливості призначення. Принципи роботи різьбових інструментів. Кінематика процесу оброблення. Інструменти універсального, напівуніверсального і спеціального призначення. Різальні і калібрувальні частини, їх призначення, конструкція, схеми різання. Положення передньої поверхні і напрямок сходу стружки. Види різьбових інструментів, ефективність їхнього застосування.</p> <p>Різьбові різці і гребінки, їхня конструкція. Положення передньої поверхні і напрямок витків гребінки, вплив на точність профілю різьби і геометричні параметри.</p> <p>Мітчики, їхні види і призначення, умови роботи й елементи конструкції. Конструкція різальної і калібрувальної частини.</p> <p>Особливості конструкції мітчиків різних типів: гайкових, машинних, машино-ручних, плашкових, маточних, безканавочних, комплектних, твердосплавних. Розподіл роботи різання і розрахунок розмірів різьб комплектних мітчиків. Мітчики зірної конструкції. Удосконалювання конструкцій мітчиків. Мітчики що видавлюють.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	1
13	<p><i>Тема 3.1. Засоби оброблення різьб</i></p> <p><i>Лекція 13. Плашки, різьбові фрези, різьбонакатні інструменти.</i></p> <p>Круглі плашки, їхня конструкція, форма передньої поверхні, кути різання.</p>	1

	<p>Різьбові фрези, їхні типи. Фрези дискові і гребінчасті, їхнє призначення, особливості конструкції.</p> <p>Різьбонаарізні головки, призначення, типи, ефективність застосування. Конструкції головок із круглими гребінками для зовнішнього нарізання. Основні механізми головок. Конструкції гребінок і їх установа в голівці, геометричні параметри.</p> <p>Різьбонакатні інструменти, їхнє призначення переваги, типи, ефективність застосування. Принцип роботи інструментів і конструктивні відмінності їхніх робочих елементів у залежності від напрямку подачі – радіальної, тангенціальної, осьової. Схеми утворення різьб. Конструкція різьбонакатних плашок і роликів. Конструкція різьбонакатних головок, вимоги до них, основні механізми, умови налагодження методи регулювання і забезпечення точності і якості утвореної різьби.</p> <p><i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	
14	<p><i>Тема 3.2. Засоби оброблення зубчастих коліс</i></p> <p><i>Лекція 14. Засоби оброблення зубів циліндричних коліс.</i></p> <p>Особливості призначення. Типи зуборізних інструментів, їхнє застосування й ефективність. Початковий контур зубчастої й інструментальної рейки.</p> <p>Інструменти, що працюють за методом копіювання, їхнє призначення. Дискові зуборізні фрези для остаточного й попереднього оброблення. Пальцеві фрези, зуборізні головки, протяжки для зубчастих коліс зовнішнього і внутрішнього зачеплення.</p> <p>Інструменти, що працюють за методом обгинання. Основні принципи роботи інструментів, що обкатуються, їхні переваги, недоліки, ефективність, якість одержуваних деталей. Види зуборізних інструментів, що обкатуються і їхнє застосування.</p> <p>Гребінки зубостругальні, їхні типи, конструкція, визначення розмірів профілю зубів, геометричні параметри.</p> <p>Черв'ячні зуборізні фрези. Принцип роботи. Утворення обробленої поверхні, огранювання і хвилястість на утворених поверхнях зубів. Конструкція фрез і визначення конструктивних параметрів (діаметра, довжини, числа і розмірів зубів, напрямки канавок, геометричних параметрів і форми задньої поверхні зуба).</p> <p>Основні норми точності на черв'ячні фрези. Збірні конструкції фрез, їхня ефективність. Шляхи удосконалення конструкцій черв'ячних фрез – фрези з диференційованою схемою різання й зміненими розмірами зубів, зі зміненими кутами профілю, твердосплавні, оснащені НТМ, з незатілованими зубами. Чистові черв'ячні фрези – шевери, їхнє застосування і конструкція. Однозубі фрези – летючки.</p> <p>Зуборізні довбачі, принцип роботи, їхні типи. Конструкція, зміна висотної корекції по довжині зубів довбача для утворення задніх кутів; геометричні параметри. Величина вихідної відстані, його призначення, вплив на працездатність – експлуатаційні показники і конструкцію довбача. Удосконалення й особливості окремих конструкцій довбачів – збірні, твердосплавні й ін.</p> <p>Шевери, їхні типи, призначення, ефективність, принцип роботи, параметри установа й основні кінематичні співвідношення Удосконалення конструкцій шеверів – однопрохідні, зі зміною</p>	2

	<p>напрямку подачі й ін. Невиправні похибки оброблення зуборізними інструментами. Їх визначення, зменшення і методи усунення. <i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	
15	<p><i>Тема 3.2. Засоби оброблення зубчастих коліс</i> <i>Лекція 15. Засоби оброблення конічних коліс.</i></p> <p>Плоске й плоско–вершинне колесо, що створює, як геометрична основа формоутворення зубів конічного колеса, інструменту і методу оброблення. Кінематика процесів оброблення. Види інструментів для оброблення коліс із прямими і криволінійними зубами.</p> <p>Інструменти для нарізання прямозубих коліс. Зубостругальні різці. Принцип роботи, конструкція, основні розміри, геометрія різальних кромок. Фрези і зуборізні головки, їхня конструкція, галузь застосування і переваги. Кругові протяжки, сутність методу, галузь застосування, конструкції, геометрія і профіль зубів.</p> <p>Зуборізні головки для нарізування коліс із круговими зубами, сутність методу і способи нарізування зубів. Конструкція і геометрія різців. Поліпшення конструкцій і нові види зуборізних головок твердосплавними різцями, дворядні зуборізні головки.</p> <p>Конічні черв'ячні фрези, їхнє призначення, принцип роботи, конструкція і визначення основних конструктивних елементів фрез. <i>Дидактичні засоби:</i> слайди, роздавальний матеріал. <i>Література:</i>[1, 2, 3, 9].</p>	1
16	<p><i>Тема 3.2. Засоби оброблення зубчастих коліс</i> <i>Лекція 16 Засоби оброблення зубчастих коліс, що обкатуються для деталей складного профілю.</i></p> <p>Типи деталей, оброблюваних інструментами, що обкатуються. Кінематика робочих процесів оброблення. Умови формоутворення поверхні методом обгинання і можливості оброблення деталей. Основні положення визначення профілю різальної кромки інструмента. <i>Література:</i>[1, 2, 3].</p>	1
17	<p><i>Тема 4.1. Загальні принципи побудови інструментального забезпечення верстатів зі ЧПК і автоматичних ліній</i> <i>Лекція 17. Інструментальне забезпечення верстатів зі ЧПУ і автоматичних ліній.</i></p> <p><i>Ефективність експлуатації верстатів з ЧПУ. Уніфікація систем допоміжного інструменту.</i> <i>Література:</i> [1, 2, 7].</p>	2
18	<p><i>Тема 4.2. Засоби оброблення різанням для верстатів зі ЧПУ</i> <i>Лекція 18. Інструментальне забезпечення верстатів зі ЧПУ і автоматичних ліній.</i></p> <p>Структура і схема інструментального оснащення, що забезпечує необхідну точність і якість оброблення деталей, підвищення економічної швидкості різання і зниження простоїв устаткування через випадкові виходи інструмента із строю. Швидкозмінні інструменти, що настроюються на розмір поза верстатом. Додаткові вимоги до них. Типові конструкції і їхній аналіз.</p> <p>Методи збільшення розмірної стійкості інструмента і підвищення точності утворених поверхонь деталі. Механізми автоматичної заміни інструмента і підналагодження його робочої частини на розмір. Автоматизація заміни зношених ділянок різальної</p>	2

	крайки. Приклади конструктивних рішень і їхня ефективність. Основні види допоміжного оснащення для насадного інструмента, кінцевого і призматичного. Базування інструментів, типізація базових поверхонь; вплив на точність позиціювання і твердість інструмента. Підсистема допоміжних інструментів для верстатів зі ЧПУ. <i>Література:</i> [1, 7].	
19	Лабораторна робота 1	2
20	Лабораторна робота 2	2
21	Лабораторна робота 3	2
22	Лабораторна робота 4	2
23	Лабораторна робота 5	2
24	Лабораторна робота 6	2
25	Лабораторна робота 7	2
26	Лабораторна робота 8	2
27	Лабораторна робота 9	2
28	Контрольна робота 1	2
29	Контрольна робота 2	2
30	Контрольна робота 3	2
31	Контрольна робота 4	2

Політика та контроль

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.

Форма навчання	Всього		Розподіл навчального часу за видами занять				Семестрова атестація
	Кредитів	Годин	Лекційні заняття	Практичні заняття	Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)	СРС	
денна	4	120	36	0	36	48	Залік

СИСТЕМА РЕЙТИНГОВИХ (ВАГОВИХ) БАЛІВ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

8.1. Лабораторні роботи (r1)

Необхідною умовою допуску до лабораторної роботи є наявність протоколу. Ваговий бал однієї лабораторної роботи становить 4 бали (табл.8.2). Максимальна кількість балів за всі лабораторні роботи: $r1 = 9 \text{ робіт} \times 4 \text{ бали} = 36 \text{ балів}$.

Рейтингові бали за одну лабораторну роботу Таблиця 8.2

Бали	Критерій оцінювання
4,00	Зауважень до звіту нема, є відповіді на всі запитання
3,5	Несуттєві зауваження до звіту, відповіді на більшість запитань
3	Зауваження до отриманих результатів, відповідь на частину питань
2,5	Звіт має помилки, відповіді лише на окремі питання
2	Робота виконана, отримано вірні результати, але не захищено.
0,00	Робота не виконана, звіт відсутній

8.2. Контрольні роботи (r2)

Контрольні роботи проводять перед першою атестаціями та наприкінці навчального семестру. Ваговий бал КР становить 4 бали. Максимальна кількість балів за всі контрольні роботи складає: $r2 = 6 \text{ балів} \times 4 \text{ контр. роботи} = 16 \text{ балів}$.

Рейтингові бали КР 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
2,5	Вірна відповідь на 70 % питань
2	Вірна відповідь на 60 % питань
0,00	Вірна відповідь менш ніж на 60 % питань або студент був відсутній без поважної причини

Також до контрольних заходів відносяться семестрові тестові питання. Семестрові тестові питання викладені в <https://classroom.google.com/c/Njk5NDk1NDg0MDha>.

Рейтингові бали тесту Таблиця 8.4

Бали	Критерій оцінювання
18,0	Вірна відповідь більш ніж на 90 % питань
15	Вірна відповідь на 80 % питань
10	Вірна відповідь на 60 % питань
6	Вірна відповідь на 40 % питань
4	Вірна відповідь на 20 % питань

0,0	Вірна відповідь менш ніж на 10 % питань
-----	---

8.3. Штрафні та заохочувальні бали

Загальний рейтинг з дисципліни включає тільки заохочувальні бали (табл.8.5). Загальна сума заохочувальних балів не може перевищувати $50 \times 0,1 = (+ 5)$ балів.

Заохочувальні бали Таблиця 8.5

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: захист не менше 3-х лабораторних робіт по 4 бали і 2-х КР по 4 бали. Що становить у сумі $12+8=20$ балів. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $20 \times 0,5=10$ балів. На 14-й тиждень навчання (друга атестація) графіком передбачено виконання: 6 лабораторних роб. і 2 КР: $6 \text{ лб} \times 4 \text{ бали} + 2 \text{ КР} \times 4 = 32$ бали. Таким чином для отримання "задовільно" з першої рубіжної атестації студент повинен мати не менше ніж $32 \times 0,5=16$ балів.

8.5. Критерії оцінювання заліку.

Залік складається з відповіді на 20 тестових питань з наведенням ескізів до 10 із них. Вага кожного питання 1,5 бали.

Тестові питання викладені в <https://classroom.google.com/c/Njk5NDk1NDg0MDha>.

Максимальна кількість балів заліку успішності становить 30 балів.

Рейтингові бали заліку Таблиця 8.6

Бали	Критерій оцінювання
1,5	Зауважень нема, є відповідь на запитання і є ескіз
1	Несуттєві зауваження до відповіді
1	Несуттєві зауваження до ескізу
0,5	Відповідь має помилки
0,5	Нема ескізу
0,0	Не вірна відповідь або студент був відсутній без поважної причини

8.6. Розрахунок шкали рейтингу з дисципліни (rd):

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає: $R_c = \sum_i^n r_i$

де r - рейтингові або вагові бали за кожний вид робіт з дисципліни (табл. 8.2-8.5). $R_c = 36\text{лб} + 16\text{кр} + 18 \text{ тест} = 70$ балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає $R_D = R_c + R_E = 70 + 30 = 100$ 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Задачі, що виносяться на КР

ЗАВДАННЯ 1

Визначити положення вісі круглого фасонного різця відносно вісі обертання оброблюваної поверхні. Параметри оброблюваної деталі: $D_1 =$ мм; $D_2 =$ мм; $D_3 =$ мм; $L = 100$ мм; параметри круглого фасонного різця: задній кут різця $\alpha = 10^0$, $K = 10$ мм – товщина стінки, що забезпечує міцність різця.

Глибина профілю виробу	$D_{зоб}$ – зовнішній діаметр різця	d – діаметр отвору під оправку
8	50	16
10	60 70	22
12	90	22

У відповіді вказати зовнішній радіус різця $R_{зоб}$, округлений до табличного та відстань між осями h. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 2

Визначити на якому діаметрі різця та на якому діаметрі оброблюваної деталі з параметрами $D_1 =$ мм; $D_2 =$ мм; $D_3 =$ мм; $L = 100$ мм розташована базова точка. Ось різця розташована вище осі деталі на 6 мм, щоб забезпечувався задній кут різця $\alpha = 10^0$. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 3

Визначити передній кут $\gamma_{доп}$ круглого фасонного різця, що обмежує можливість вібрації. З урахуванням $\gamma_{доп}$ визначити кут загострення різця зовнішнім радіусом $R_{зоб} = 35$ мм, якщо відстань між осями різця і деталі $h = 6$ мм. Параметри оброблюваної деталі $D_1 =$ мм; $D_2 =$ мм; $D_3 =$ мм; $L = 100$ мм. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 4

Визначити чи забезпечує відстань вісі обертання круглого фасонного різця відносно вісі обертання деталі $h = 6$ мм задній кут, рівний $\alpha = 8^0$. Параметри оброблюваної деталі: $D_1 =$ мм; $D_2 =$ мм; $D_3 =$ мм; $L = 100$ мм; $K = 10$ мм – товщина стінки, що забезпечує міцність різця.

Глибина профілю виробу	$D_{зоб}$ – зовнішній діаметр різця	d – діаметр отвору під оправку
8	50	16
10	61 70	22
12	90	22

У відповіді вказати «так» чи «ні».

ЗАВДАННЯ 5

Вказати у відповіді з паралельним чи похилим розміщенням вісі або бази кріплення потрібно встановити фасонний різець при обробленні конічної деталі з кутом $\varphi =$ 0 утворюючої, якщо задній кут різця в радіальному перетині $\alpha_R = 12^0$, а допустима величина заднього кута в нормальному перетині $\alpha_N = 3^0$.

ЗАДАЧА 6

Круглий фасонний різець оброблює конічну поверхню з кутом нахилу утворюючої $\varphi = 20^0$. Визначити величину заднього кута різця в нормальному перетині якщо задній кут в радіальному перетині різця $\alpha_R = 12^0$.

ЗАВДАННЯ 7

Розрахувати кути повороту горизонтальних проекцій трьох точок різальної кромки свердла, що рівно віддалені одна від одної на відстань $h = 5$ мм вздовж осі свердла. Зовнішній діаметр свердла $D =$ мм; кут нахилу гвинтової канавки свердла $\omega = 30^\circ$. Додаткові вимоги: округлити до сотих.

ЗАДАЧА 8

Розрахувати кут нахилу гвинтової канавки ω свердла діаметром $D =$ мм. Відстань між двома точками різальної кромки уздовж осі $h = 5$ мм, а кут між ними у радіальній площині $\epsilon = 6,6^\circ$.

ЗАВДАННЯ 9

Розрахувати найбільший і найменший діаметри циліндричної дільниці калібруючої частини розвертки для обробки отвору $\varnothing D$, якщо максимальна величина розбивки отвору складає $1/3$ від допуску на діаметр отвору, допуск на виготовлення розвертки такий самий. А запас на знос розвертки складає $0,5$ від допуску на діаметр отвору. Додаткові вимоги: округлити до тисячних.

ЗАВДАННЯ 10

Отвір $\varnothing D$ оброблюється розверткою $\varnothing D \begin{smallmatrix} +0,0347 \\ -0,0086 \end{smallmatrix}$ у калібруючій частині. Які відхилення до номінального розміру забезпечуються на виготовлення розвертки, якщо запас на знос розвертки складає $0,5$ від допуску на діаметр отвору.

ЗАВДАННЯ 11

Отвір $\varnothing D$ оброблюється розверткою $\varnothing D \begin{smallmatrix} +0,0347 \\ -0,0086 \end{smallmatrix}$ у калібруючій частині. Розрахувати яку частку від допуску на діаметр отвору складає запас на знос розвертки, якщо допуск на виготовлення розвертки складає $1/3$ від допуску на діаметр отвору.

ЗАВДАННЯ 12

Який допуск на діаметр отвору, що оброблюється може забезпечити розвертка $\varnothing 25 \begin{smallmatrix} +0,0347 \\ -0,0086 \end{smallmatrix}$ у калібруючій частині, якщо допуск на виготовлення розвертки складає $1/3$ від допуску на діаметр отвору, а запас на знос розвертки складає $0,5$ від допуску на діаметр отвору. Округлити до тисячних?

ЗАВДАННЯ 13

Для підвищення плавності процесу протягування отвору довжиною $l=100$ мм скоректувати розрахований крок $t =$ мм і зробити його рівним t^1 із умови того, що при виході зуба із деталі наступний зуб повинен відстояти від торця деталі на відстані, рівній $0,1 \cdot t^1$. Додаткові вимоги: округлити до сотих.

ЗАВДАННЯ 14

Визначити яким повинен бути кут нахилу зубів до вісі циліндричної насадної фрези, при якому процес фрезерування буде рівномірним.

Зовнішній діаметр фрези $D_{\text{зов}} =$ мм;

Число зубів фрези $z = 10$;

Ширина фрезерування $B = 80$ мм;

Стандартні фрези мають кут нахилу $\omega = 30^\circ$.

Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 15

Вибрати циліндричну насадну фрезу із чотирьох (у відповіді вказати номер) для обробки поверхні шириною $B=80\text{мм}$ із умови рівномірності фрезерування.

	№1	№2	№3	№4
Зовнішній діаметр фрези $D_{\text{зов}}$ (мм)	D_1 ;	D_2 ;	D_3 ;	D
Число зубів фрези z	16;	18;	20;	22
Кут нахилу канавки $\omega = 30^\circ$				

ЗАВДАННЯ 16

При фрезеруванні якою фрезою із двох процес фрезерування буде більш плавним (у відповіді вказати кут нахилу канавки)?

Зовнішній діаметр фрези $D_{\text{зов}} =$ мм; Число зубів фрези $z = 10$;

Ширина фрезерування $B = 80\text{мм}$; $\omega = 30^\circ$ чи 40° .

ЗАВДАННЯ 17

Яким має бути максимальний припуск на обробку деталі діаметром $D =$ мм при точінні призматичним різцем з тангенціальною подачею, щоб статичні кути α і γ змінювались не більше ніж на 4° . Додаткові вимоги: округлити до сотих.

ЗАВДАННЯ 18

Розрахувати величини кутів α_p і γ_p на початку оброблювання призматичним різцем з тангенціальною подачею, якщо після зняття припуску на сторону $t=0,06\text{мм}$, діаметр деталі становив $D =$ мм. Статичні кути $\alpha = 3^\circ$ і $\gamma = 20^\circ$. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 19

Дати відповідь чи забезпечується (так) чи (ні) при точінні призматичним різцем з тангенціальною подачею допустима величина статичного заднього кута $\alpha = 3^\circ$, якщо на початку оброблювання $\alpha_p = 8^\circ$ і $\gamma_p = 16^\circ$, а діаметр деталі після зняття припуску на сторону $t=0,06\text{мм}$ становив $D =$ мм.

ЗАВДАННЯ 20

Розрахувати максимальний припуск на обробку призматичним різцем з тангенціальною подачею деталі діаметром $D =$ мм якщо допустима величина заднього кута становила на початку різання $\alpha_p = 10^\circ$, в кінці різання $\alpha = 4^\circ$. Додаткові вимоги: округлити до сотих.

ЗАВДАННЯ 21

Підібрати кулачок, що встановлюється у супорті затилувального верстата для надання різцю поступального руху при затилуванні дискової фасонної фрези зовнішнім діаметром $D =$ мм і числом зубів $z = 16$ для отримання заднього кута $\alpha = 10^\circ$. До верстата додається набір кулачків зі зміною підйому K через $0,5$ мм.

Додаткові вимоги: округлити до десятих.

ЗАВДАННЯ 22

Кулачок, що встановлюється у супорті затилувального верстата для надання різцю поступального руху при затилуванні дискової фасонної фрези зовнішнім діаметром $D =$ мм і числом зубів $z = 16$ має величину спаду чи підйому $K =$. Яка величина заднього кута α забезпечується при цьому затилуванні? Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 23

Кулачок, що встановлюється у супорті затилувального верстата для надання різцю поступального руху при затилуванні дискової фасонної фрези зовнішнім діаметром $D =$ мм і числом зубів $z = 16$ має величину спаду чи підйому $K =$. Дати відповідь (ТАК чи НІ) чи забезпечує затилування задній кут $\alpha_n = 4^\circ$ в нормальному до різальної кромки перетині, якщо вона розташована під кутом $\varphi =$ $^\circ$ до радіальної січної площини.

ЗАВДАННЯ 24

Яка величина затилування K забезпечує задній кут $\alpha_n = 4^\circ$ на діаметрі $D =$ мм різальної кромки фрези з числом зубів $z = 16$ при вимірюванні в нормальному перетині, якщо дотична до оброблюваної поверхні розташована під кутом $\varphi =$ $^\circ$ до радіальної січної площини?

Додаткові вимоги: значення K даються через 0,5мм.

ЗАВДАННЯ 25

Діаметр модульної дискової фрези $D =$ мм, число зубів фрези $z = 12$, величина затилування $K =$ мм, кут профілю зуба $\alpha = 20^\circ$. Визначити задні кути на вершині зуба α_v і на бокових сторонах профілю зуба в нормальному перетині.

Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 26

Діаметр зуборізної черв'ячної фрези $D =$ мм, кут сходу витків $\tau = 3^\circ$, кут профілю зуба $\alpha = 20^\circ$, модуль $m =$. Визначити задній кут до бічної різальної кромки зуба в нормальному перетині на середині висоти зуба, якщо задній кут на вершині зуба $\alpha_v = 11^\circ$. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 27

Діаметр зуборізної черв'ячної фрези $D =$ мм, кут сходу витків $\tau = 3^\circ$, кут профілю зуба $\alpha = 20^\circ$, модуль $m =$. Визначити чи забезпечується допустиме значення $\alpha_N = 4^\circ$ заднього кута до бічної різальної кромки зуба в нормальному перетині на середині висоти зуба, якщо задній кут на вершині зуба $\alpha_v = 11^\circ$. Дати відповідь (ТАК чи НІ)

ЗАВДАННЯ 28

Діаметр модульної дискової фрези $D =$ мм, число зубів фрези $z = 12$, кут профілю зуба $\alpha = 20^\circ$. Яка величина затилування K забезпечує задні кути $\alpha_N = 4^\circ$ на бічних сторонах зуба в нормальному перетині на найбільшому діаметрі.

Додаткові вимоги: значення K даються через 0,5мм.

ЗАДАЧА 29

Діаметр зуборізної черв'ячної фрези $D =$ мм, кут сходу витків $\tau = 3^\circ$, число зубів фрези $z = 12$, кут профілю зуба $\alpha = 20^\circ$, модуль $m =$. Яка величина затилування K забезпечує задні кути $\alpha_N = 4^\circ$ на бічних сторонах профілю зуба в нормальному перетині на середині висоти зуба.

Додаткові вимоги: значення K даються через 0,5мм.

ЗАВДАННЯ 30

Яку радіальну подачу треба призначити різцю при затилуванні фасонної дискової фрези $D =$ мм і числом зубів $z = 16$ на величину $K =$ мм, що обертається зі швидкістю 1 м/хв.

Додаткові вимоги: округлити до десятих.

ЗАДАЧА 31

На яку величину затилування фасонної дискової фрези $D =$ мм і числом зубів $z = 16$ налагоджений затилувальний верстат, якщо різець переміщується в радіальному напрямі із швидкістю $V=0,2$ м/хв., а фреза обертається зі швидкістю 1 м/хв.

Додаткові вимоги: округлити до десятих.

ЗАДАЧА 32

Яку кутову швидкість ω (хв.⁻¹) треба призначити при затилуванні дискової фрези $D =$ мм і числом зубів $z = 16$ різцем, що має радіальну подачу $v=0,2$ м/хв. для забезпечення заднього кута $\alpha=10^0$. Яка величина затилування K забезпечує такий задній кут?

Значення K даються через 0,5мм. Додаткові вимоги: округлити до десятих.

ЗАВДАННЯ 33

Яку лінійну швидкість треба призначити при затилуванні дискової фрези $D =$ мм і числом зубів $z = 16$ різцем, що має радіальну швидкість $v=0,2$ м/хв. для забезпечення заднього кута $\alpha=10^0$. Яка величина затилування K забезпечує такий задній кут?

Значення K даються через 0,5мм. Додаткові вимоги: округлити до десятих.

ЗАВДАННЯ 34

Визначити величину кута нахилу витка τ зуборізної черв'ячної фрези модулем $m =$ мм, якщо зовнішній діаметр фрези $D =$ мм, задній кут $\alpha=10^0$, а число зубів фрези $z = 12$. Яка величина затилування забезпечує такий задній кут?

Значення K даються через 0,5мм. Додаткові вимоги: округлити до десятих.

ЗАВДАННЯ 35

Визначити величину кута τ установа кута зуборізної черв'ячної фрези модулем $m =$ мм, якщо зовнішній діаметр фрези $D =$ мм, число зубів фрези $z = 10$, а задній кут $\alpha=10^0$. Яка величина затилування забезпечує такий задній кут?

Значення K даються через 0,5мм. Додаткові вимоги: округлити до десятих.

ЗАДАЧА 36

Визначити зовнішній діаметр зуборізної черв'ячної фрези з кутом нахилу витка $\tau=3^0$, числом зубів $z = 10$ і заднім кутом $\alpha=10^0$, що отриманий затилуванням на величину $K =$ мм.

ЗАДАЧА 37

Визначити зовнішній діаметр зуборізної черв'ячної фрези з кутом нахилу витка $\tau=3^0$, числом зубів $z = 10$ і заднім кутом $\alpha=10^0$, що отриманий затилуванням на величину $K =$ мм
Висота головки зуба фрези $h = 1,25$; $m =$ мм

ЗАВДАННЯ 38

При протягуванні отвору в заготовці із чавуну визначити допустиму довжину протягування, якщо глибина стружечної канавки $h = 4$ мм, коефіцієнт заповнення канавки $K =$, величина підйому на зуб $a = 0,03$ мм. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 39

Число одночасно працюючих зубів протяжки, що оброблює заготовку із чавуну, $z = 6$, шаг зубів $t =$ мм, величина підйому на зуб $a = 0,03$ мм, коефіцієнт заповнення стружкової канавки $K =$. Визначити глибину стружкової канавки.

Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 40

Глибина стружкової канавки протяжки $h = 3$ мм, крок зубів $t =$ мм, величина підйому на зуб $a=0,03$ мм, коефіцієнт заповнення стружкової канавки $K =$. Визначити число одночасно працюючих зубів протяжки при протягуванні отвору в заготовці з чавуну.

ЗАДАЧА 41

Визначити коефіцієнт заповнення стружкової канавки K при протягуванні отвору в заготовці із чавуну, якщо глибина стружкової канавки протяжки $h = 3$ мм, шаг зубів $t =$ мм, величина підйому на зуб $a=0,03$ мм, а число одночасно працюючих зубів протяжки $z = 5$.

ЗАВДАННЯ 42

Діаметр свердла $D =$ мм, шаг гвинтової канавки $H=163$ мм, діаметр серцевини $d=0,2 D$ мм, головний кут в плані $\varphi=60^\circ$. Визначити величину кута нахилу гвинтової канавки у периферії свердла і у перемички. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 43

Діаметр свердла $D =$ мм, шаг стружкової канавки $H=163$ мм, головний кут в плані $\varphi=60^\circ$. Визначити величину переднього кута на периферії свердла і на діаметрі $0,8D$ мм. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 44

Визначити величину головного кута в плані φ та довжину різальної частини мітчика l , якщо шаг різьби $P = K$ мм, висота різьби $H = m$ мм, число стружкових канавок $z = 4$, товщина зрізу в напрямку осі $a_1=0,1$ мм. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 45

Визначити товщину зрізу a_1 в радіальному напрямку та довжину різальної частини мітчика l , якщо крок різьби $P = K$ мм, висота профілю різьби $H = m$ мм, число стружкових канавок $z = 4$, головний кут в плані $\varphi =$ °.

ЗАВДАННЯ 46

Модуль зубчастого колеса, що нарізується, $m =$ мм, кут профілю зуба $\alpha=20^\circ$, максимальний коефіцієнт корекції довбача $x=0,17$, величина вихідної відстані $a_1=4,8$ мм. Визначити величину бічного заднього кута $\alpha_{біч}$ і заднього кута при вершині α_v . Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАДАЧА 47

Модуль зубчастого колеса, що нарізується, $m =$ мм, кут профілю зуба $\alpha=20^\circ$, вихідна відстань від торця довбача $a_1=4,8$ мм, а величина заднього кута при вершині $\alpha_v = 6^\circ$. Визначити максимальний коефіцієнт корекції довбача x і величину бічного заднього кута $\alpha_{біч}$. Додаткові вимоги: округлити до сотих.

ЗАВДАННЯ 48

Визначити найбільший допустимий діаметр шліфувального круга для заточування круглої протяжки по передній поверхні. Визначити також кут між осями круга і протяжки, якщо діаметр протяжки $D =$ мм, величина переднього кута зуба протяжки $\gamma=5^\circ$, кут профілю круга $\varphi =$ °. Додаткові вимоги: округлити до найближчого меншого цілого.

ЗАВДАННЯ 49

Визначити положення передньої площини радіального призматичного різця для точної обробки конуса з розмірами $D_1 =$ мм, $D_2 =$ мм, $L = 50$ мм. Положення передньої

площини задається кутом $\gamma = 10^{\circ}$ в радіальному перетині і кутом λ , значення якого потрібно визначити. Додаткові вимоги: округлити до цілих.

ЗАВДАННЯ 50

Визначити найменший допустимий діаметр круглої протяжки. Визначити також кут між осями шліфувального круга і протяжки при її заточуванні, якщо діаметр круга $D_k = D$ мм, величина переднього кута зуба протяжки $\gamma = 5^{\circ}$, кут профілю круга $\varphi = \quad^{\circ}$.

Додаткові вимоги: округлити до найближчого меншого цілого.

№ МТ	задачі	D ₁	D ₂	D ₃	φ	D	t	K	m
1	2 21 4 6 7 11 14 9 20	40	60	75	20	70	4	4	3,75
2	1 26 13 22 15 21 31 35 40	50	55	70	25	66	4	4	4,25
3	3 32 19 25 18 27 21 7 29	55	40	65	30	78	4,5	3,5	5,5
4	5 21 36 38 17 23 31 36 38	60	70	65	15	42	5	2,5	2,75
5	8 35 5 8 20 28 33 28 39	45	65	75	20	54	3	3,5	6
6	4 24 9 16 10 13 8 19 32	65	70	45	15	68	6	4,5	5
7	9 23 26 2 14 31 12 31 37	70	80	60	30	60	4,5	4	4,4
8	1 22 12 24 16 26 29 8 36	80	75	55	25	50	6,5	4	3
9	2 32 37 34 17 27 30 31 19	42	60	70	16	76	3,5	4,5	6
10	1 35 37 6 21 28 32 8 19	64	44	60	18	70	3	5	3,5
11	3 25 18 23 39 29 40 31 38	72	56	60	22	80	4	3	4
12	2 33 12 24 14 29 15 31 19	60	70	40	24	70	2,5	6	4,25
13	6 36 5 34 16 28 22 8 38	45	76	50	26	78	3	4,5	2,5
14	9 35 18 6 17 27 13 8 19	50	40	68	28	110	4	6,5	6
15	9 22 5 23 21 26 20 31 38	62	70	80	18	58	6	3,5	5,5
16	3 33 37 24 39 11 30 31 19	60	80	46	20	88	2,5	3	4,4
17	6 25 37 35 7 10 32 8 29	75	65	90	24	70	4	4	3,25
18	1 36 12 6 39 28 40 31 40	70	76	56	26	40	4	2,5	6
19	2 36 12 24 20 26 13 8 38	80	46	70	22	60	4,5	3	3,75
20	4 22 5 23 17 11 20 8 338	45	80	60	20	54	5	4,5	3
21	1 35 18 34 13 10 32 30 29	86	40	60	16	60	3	5	4,5
22	3 27 18 6 14 29 40 8 39	80	60	56	15	80	6	3,5	5,5
23	9 35 5 34 7 28 15 31 38	75	70	45	14	90	4,5	2,5	2,75
24	3 33 5 23 17 26 30 8 19	75	55	60	20	70	6,5	3	5

№ МТ	задачі	D ₁	D ₂	D ₃	φ	D	t	K	m
1	1 21 4 6 8 17 23 9 39	42	58	75	18	84	5	5	5
2	2 26 13 23 15 11 15 31 38	52	56	74	24	58	4,5	4,5	3
3	3 32 18 24 16 26 21 8 19	55	42	66	28	60	4	3,5	5
4	4 36 37 34 18 27 30 32 38	62	76	64	16	48	6	2,5	2,25
5	9 36 5 6 21 28 32 8 19	48	64	72	20	60	3,5	3,5	6
6	3 25 5 6 9 10 13 18 29	60	70	46	15	70	6	4,0	5,5
7	9 34 18 2 13 11 18 31 39	70	84	60	30	58	4,5	4	4
8	4 21 12 23 16 26 20 9 37	80	75	56	22	50	6,0	4	3,75
9	2 33 37 34 18 27 25 31 19	50	60	72	16	60	3,5	4,5	6
10	1 32 36 6 24 28 32 7 19	60	46	64	18	70	3,5	5,5	3,35
11	3 24 17 26 39 29 40 31 34	68	54	60	20	68	4,5	3,5	4,5
12	2 33 12 24 14 29 15 31 19	68	80	66	25	82	4,5	6	5,5
13	4 36 5 34 16 25 20 8 38	48	76	50	22	90	3,5	4,5	2,75
14	9 35 14 6 17 27 10 8 19	54	40	62	25	110	4,5	6,5	6
15	9 20 5 13 21 27 20 31 38	66	70	90	18	80	6	3,5	5

16	3 33 38 24 39 11 30 34 19	60	86	54	20	70	2,5	3,5	4,25
17	4 22 37 37 716 32 8 19	75	65	87	24	60	4,5	4,5	3,75
18	1 36 13 6 29 27 40 32 39	70	75	52	24	96	4	2,5	6
19	3 35 12 24 21 27 14 9 38	87	45	70	22	900	4,5	3,5	3
20	4 22 6 23 17 12 20 8 339	47	75	60	25	100	5,5	4,5	3,35
21	1 35 18 34 1610 22 31 19	67	45	60	16	900	3,5	5	4,25
22	2 25 19 7 15 28 40 8 19	70	60	54	15	60	6	3,5	5,5
23	9 39 5 34 7 28 15 31 36	75	70	45	14	50	4,5	2,5	2,75
24	3 31 5 25 17 28 30 9 18	88	65	60	20	80	6,5	3,5	6

№ МТ	задачі	D ₁	D ₂	D ₃	φ	D	t	K	m
1	1 22 5 6 7 10 13 8 19	42	60	70	20	110	4,5	4	3,25
2	2 25 13 23 14 11 16 31 37	54	55	72	24	80	4	4,5	4,5
3	3 32 18 25 16 26 21 8 19	57	40	75	28	70	4,5	3,5	5,5
4	4 35 11 34 17 27 30 32 38	60	76	65	15	60	5	2,5	2,75
5	9 35 5 7 21 25 32 8 19	47	65	85	20	82	3,5	3,0	6
6	3 26 5 6 7 13 13 8 19	65	70	42	15	76	6	4,5	5,5
7	9 32 18 2 14 11 25 31 38	70	80	62	26	94	4,5	4	4,25
8	4 22 13 24 16 27 20 9 38	78	75	50	25	68	6,5	4	3,75
9	2 36 37 34 17 24 30 21 19	45	60	65	16	78	4,5	4,5	6
10	1 25 37 6 21 28 32 8 17	68	44	60	18	80	5	5,5	3
11	3 23 18 13 39 29 40 31 34	70	58	60	22	70	4	3	4
12	2 32 12 24 14 29 16 31 38	60	70	54	24	60	3,5	6	5,5
13	4 36 5 34 16 27 20 8 39	43	67	50	26	80	3,5	4,5	2,75
14	9 3518 6 17 27 23 8 19	50	46	60	28	100	5	6,5	6
15	8 21 5 23 21 16 20 31 38	62	70	80	18	110	6	3,5	5
16	3 34 37 24 39 11 20 31 19	60	80	54	20	80	2,5	3,0	4,25
17	4 24 37 34 710 32 8 18	75	60	70	24	56	4,5	4	3,75
18	1 36 12 6 39 26 40 31 39	70	73	65	26	68	4	2,5	6
19	2 35 12 24 21 27 13 8 38	85	55	70	22	70	4,5	3	3,5
20	4 21 5 23 17 11 20 8 3 38	40	70	60	20	90	5	4,5	3,75
21	1 36 18 34 1610 32 30 17	65	52	70	16	80	3,5	5	4,5
22	3 25 18 6 14 38 42 8 19	72	60	56	15	98	6	3,5	5,5
23	9 35 5 24 7 29 15 32 37	63	70	45	14	86	4,5	2,5	2,75
24	3 33 6 23 17 25 30 8 19	75	57	60	20	80	6,5	3	6

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою технології машинобудування (протокол № 1 від 29.08.2022)

Погоджено Методичною комісією НН ММІ (протокол № 1 від 30.08.2022)