

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДОНБАСЬКА ДЕРЖАВНА МАШИНОБУДІВНА АКАДЕМІЯ

Кафедра «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструменти та технології»

**ЗАТВЕРДЖУЮ:**  
Ректор ДДМА  
Віктор КОВАЛЬОВ  
р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«СПЕЦІАЛЬНІ РОЗДІЛИ ТЕОРІЇ МЕХАНІЧНОЇ ОБРОБКИ МАТЕРАЛІВ»

(назва дисципліни)

Галузь знань 13 – «Механічна інженерія»

Спеціальність 133 – «Галузеве машинобудування»

Освітній рівень третій (освітньо-науковий)

ОНП «Галузеве машинобудування»

Факультет машинобудування

(назва інституту, факультету, відділення)

КРАМАТОРСЬК-ТЕРНОПІЛЬ, 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «Спеціальні розділи механічної обробки матеріалів» для студентів галузі знань 13 «Механічна інженерія» спеціальності 133 «Галузеве машинобудування» 22 с.

Розробник Яна ВАСИЛЬЧЕНКО, доктор техн. наук, професор.

Погоджено з групою забезпечення освітньої програми (для обов'язкових дисциплін)

Керівник групи забезпечення

\_\_\_\_\_ Віктор КОВАЛЬОВ, д-р техн. наук, професор

Розглянуто і затверджено на засіданні кафедри «Комп'ютеризовані мехатронні системи, інструменти та технології», протокол № 19 від 02.05.2023 року.

Завідувач кафедри:

Яна ВАСИЛЬЧЕНКО, д-р техн. наук, професор

Розглянуто і затверджено на засіданні Вченої ради Факультету машинобудування, протокол № 10-23/06 від 26.06.2023 року

Голова Вченої ради факультету

\_\_\_\_\_ Валерій КАССОВ, д-р техн. наук, професор

## I ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Показники		Галузь знань, спеціальність, ОНП, наукове спрямування, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
			денна	заочна
Кількість кредитів		Галузь знань: 13 – «Механічна інженерія». Спеціальність: 133 – «Галузеве машинобудування»	Дисципліна вільного вибору	
3				
Загальна кількість годин				
90				
Модулів – 1		ОНП „Галузеве машинобудування”	Рік підготовки	
Змістових модулів – 1			2	
Індивідуальне науково-дослідне завдання за темою дисертаційної роботи			Семестр	
			4	
Тижневих годин для <u>денної</u> форми навчання: аудиторних – 36; самостійної роботи студента – 54		Рівень вищої освіти: <u>третій (освітньо-науковий)</u>	Лекції	
			18	
			Практичні	
			18	
			Самостійна робота	
			54	
		Вид контролю		
		екзамен		

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить для денної форми навчання – 36/54

## II ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Актуальність вивчення дисципліни полягає в тому, що даючи основні уявлення про розвиток і загальні напрями теорії різання, вона надає здобувачеві інформацію необхідну для усвідомлення та застосування спеціальних розділів механічної обробки матеріалів в особистому науковому дослідженні

**Мета навчальної дисципліни:** формування у здобувачів знань і умінь використовувати отриману і засвоєну інформацію про спеціальні розділи механічної обробки матеріалів в науково-дослідній діяльності, зокрема у підготовці дисертації; вирішенні практичних завдань визначення оптимальних (раціональних) умов обробки різних матеріалів для різних технологічних операцій механічної обробки

деталей машин з заданими параметрами точності обробки та якості оброблених поверхонь.

### **Основні завдання навчальної дисципліни.**

знати:

- основні поняття кінематики різання;
- елементи та геометричні параметри різального леза інструменту;
- елементи режиму різання та зрізуваного шару для спеціальних видів механічної обробки;
- вимоги до сучасних інструментальних матеріалів та їхні основні властивості;
- основні закономірності пружно-пластичного деформування зрізуваного шару при стружкоутворенні;
- основні закономірності контактних явищ при різанні;
- основи динаміки взаємодії інструменту та зрізуваного шару заготовки;
- основні закономірності теплових явищ при різанні матеріалів;
- основні закономірності формування геометрії обробленої поверхні і фізико-механічних властивостей поверхневого шару деталі;
- закономірності зношування та руйнування різального інструменту;
- показники та шляхи підвищення стійкості та надійності різального інструменту;
- основи регулювання процесу різання за допомогою використання технологічних середовищ;
- основи оптимізації процесу різання;

вміти:

- визначати кінематичні схеми та рухи різання;
- визначати геометричні параметри різального інструменту в статичній та кінематичній системах координат;
- визначати показники усадки стружки, складові сил різання, температуру різання;
- визначати показники стійкості та надійності різального інструменту;
- визначати для заданих умов обробки оптимальне сполучення марки інструментального матеріалу, геометричних параметрів різального інструменту та елементів режиму різання при різних операціях механічної обробки;
- розраховувати основний (машинний) час для різних видів механічної обробки.

### **Передумови для вивчення дисципліни:**

Методологія наукових досліджень та організація науково-педагогічної діяльності;

Сучасні методи математичного моделювання об'єктів та процесів галузевого машинобудування;

Теоретичні основи створення та дослідження сучасних машин та обладнання.

**Мова викладання:** українська.

**Обсяг навчальної дисципліни** та його розподіл за видами навчальних занять:

- загальний обсяг для денної форми навчання становить 90 годин/ 3 кредити, в тому числі: лекції- 18 годин, практичні заняття - 18 годин, самостійна робота студентів - 54 години.

### III ПРОГРАМНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання через здобуття наступних загальних та фахових компетентностей:

Загальні компетентності:

ЗК8. Здатність опановувати, інтегрувати та використовувати сучасні знання з різних галузей

Фахові компетентності:

СК9. Здатність використовувати у практиці дослідницької та інженерної діяльності в галузевому машинобудуванні передові наукові концепції, теорії, принципи механічної інженерії

У результаті вивчення дисципліни здобувач повинен продемонструвати достатній рівень сформованості певних результатів навчання, які в загальному вигляді можна навести наступним чином:

РН1. Мати концептуальні та методологічні знання з механічної інженерії і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових та прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та / або здійснення інновацій.

РН9. Глибоко розуміти загальні принципи та методи механічної інженерії, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері галузевого машинобудування та у викладацькій практиці.

**У когнітивній сфері** аспірант здатний:

- розуміти принципи системного підходу до визначення цілей і методів досліджень;
- з'ясувати структуру дослідницької роботи;
- з'ясувати стан питання досліджень, сутність наукової полеміки, сформулювати переконливі докази на користь обраної концепції;
- продемонструвати розуміння математичних моделей, цільових функцій для оптимізації рішень;
- продемонструвати розуміння вибору виду експериментальних досліджень;
- пояснити сутність критеріїв узгодження для доказу адекватності математичних моделей;
- проявити уміння виконувати дослідження та застосувати дослідницькі навички;
- здійснити доведення розв'язки завдань до практично прийнятих рішень за темою роботи.
- уміти визначати шляхи підвищення якості процесу механічної обробки матеріалів.

**В афективній сфері** аспірант здатний:

- критично осмислювати лекційний і поза лекційний матеріал;
- аргументувати на основі лекційного матеріалу мету досліджень, об'єкт і предмет досліджень;
- критично осмислювати результати попередніх досліджень за темою дисертаційної роботи, формулювати завдання досліджень;

- використовувати системний підхід до організації досліджень;
- критично осмислювати методи досліджень, вибір видів моделювання, методи оптимізації параметрів, методів експериментів;
- використовувати математичні методи обробки результатів експериментів;
- використовувати пакети програм: реалізовувати обчислення результатів досліджень.

**У психомоторній сфері** аспірант здатний:

- здобувач здатний самостійно працювати, розробляти оригінальні варіанти індивідуальних рішень, впевнено та кваліфіковано звітувати про них;
- здобувач здатний спокійно та зосереджено слідувати методичним підходам до прикладних розрахунків;
- здобувач здатний повною мірою контролювати результати власних зусиль та намагатися оптимально коригувати свої власні зусилля

#### **IV ПРОГРАМА ТА СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ** **Денна форма навчання**

Вид навчальних занять або контролю	Розподіл між учбовими тижнями																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Лекції	2		2		2		2		2		2		2		2		2	
Практ. роботи		2		2		2		2		2		2		2		2		2
Сам. робота	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	3	4	4	4	4	4	4	4
Консультації				К					К		К				К		К	
Контр. роботи																		КР 1
Змістовні модулі	ЗМ1																	
Контроль по модулю		ПР1		ПР2		ПР3		ПР4		ПР5		ПР6		ПР6		ПР 7		ПР9

ПР - захист практичної роботи; К1- письмова контрольна робота; ЗСР - захист самостійної роботи; К - консультація

## Лекції

№ з/п	Найменування змістовних модулів і тем	Кількість годин (денна/ заочна)					
		Разом	в т.ч.				
			Л	П	Ла б	СРС	Література
1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Змістовний модуль 1</b>							
1	Тема 1. Взаємозв'язок і взаємообумовленість основних явищ процесу лезового оброблення різанням	10	2	2		6	[2], [3], [5], [14]
2	Тема 2. Інтенсифікація процесів оброблення різанням	10	2	2		6	[3], [5], [14]
3	Тема 3. Обробка великогабаритних деталей на підприємствах важкого машинобудування	10	2	2		6	[1], [4], [14]
4	Тема 4. Технологічна система процесу механічної обробки матеріалів на важких верстатах.	10	2	2		6	[1], [7], [14]
5	Тема 5. Мастильно-охолоджувальні середовища. Обролюваність різанням	10	2	2		6	[1], [4], [14]
6	Тема 6. Надійність різального інструменту при обробці на важких верстатах	10	2	2		6	[5], [6], [14]
7	Тема 7. Параметри різання та знос інструменту	10	2	2		6	[2], [5], [14]
8	Тема 8. Геометрія та термін служби інструменту: Способи оптимізації геометрії інструменту для підвищення продуктивності різання.	10	2	2		6	[5], [6], [14]
9	Тема 9. Обробка різанням важкооброблюваних матеріалів	10	2	2		6	[2], [7], [14]
Разом годин		90	18	18		54	

## Теми практичних занять

Мета практичних робіт - закріплення знань теоретичного матеріалу, здобуття навичок проведення досліджень і обробки результатів експериментів.

№ Роботи	№ теми	Кількість годин	Найменування роботи	Література
1	1	2	Дослідження імовірнісних експлуатаційних характеристик різального інструменту	[6], [15]
2	2	2	Оптимізація режиму різання при точінні на важких верстатах	[7], [15]
3	3	2	Оптимізація режиму різання при свердлінні на важких верстатах	[9], [15]
4	4	2	Оптимізація режиму різання при фрезеруванні на важких верстатах	[7], [15]
5	5	2	Призначення раціональних параметрів процесу шлифуванні на важких верстатах	[11], [15], [9]
6	6	2	Розрахунок надійності різального інструменту	[7], [15]
7	7	2	Визначення витрати різального інструменту	[7], [15]
8	8	2	Вибір конструкцій збірних різців	[7], [15]
9	9	2	Розрахунок режиму різання при точінні важкооброблюваних сталей і сплавів	[14], [15]
Усього годин		18		

## Контрольні роботи

Контрольні роботи з теоретичної частини розподілені таким чином:

№ з/п	№ ЗМ	Тема контрольної роботи	Кількість варіантів
1	1	Контрольна робота за лекційним матеріалом	10

## Перелік індивідуальних та/або групових завдань

Індивідуальна робота містить такі етапи:

- проробка лекційного матеріалу згідно з конспектом та літературою;
- підготовка до опитування, контрольних робіт;
- самостійне вивчення частини теоретичного матеріалу згідно з рекомендованою літературою;
- складення конспектів.



## V КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

### Перелік обов'язкових контрольних точок для оцінювання знань здобувачів денної форми навчання

№ з/п	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Max балів	Характеристика критеріїв досягнення результатів навчання для отримання максимальної кількості балів
1	2	3	4
1	Дослідження імовірнісних експлуатаційних характеристик різального інструменту	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
2	Оптимізація режиму різання при точінні на важких верстатах	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
3	Оптимізація режиму різання при свердлінні на важких верстатах	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
4	Оптимізація режиму різання при фрезеруванні на важких верстатах	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
5	Призначення раціональних параметрів процесу шлифуванні на важких верстатах	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
6	Розрахунок надійності різального інструменту	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи.
7	Визначення витрати різального інструменту	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи
8	Вибір конструкцій збірних різців	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи
9	Розрахунок режиму різання при точінні важкооброблюваних сталей і сплавів	10	Критичне осмислення лекційного та позалекційного матеріалу, брати кваліфіковану участь у дискусії з наведенням аргументації стосовно матеріалу практичної роботи
10	Контрольна робота 1 за лекційним матеріалом	10	Отримані відповіді на всі питання контрольної роботи з лекційного матеріалу

Підсумковий контроль	100	Отримані відповіді на всі питання підсумкового контролю
Всього	100	

Підсумкові оцінки за семестр в цілому переводяться за національною шкалою та шкалою ECTS відповідно до таблиці переведення, яка визначається діючим в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців:

Рейтингова оцінка	У національній шкалі	У шкалі ECTS
90-100	Відмінно (зараховано)	A
81-89	Добре (зараховано)	B
75-80	Добре(зараховано)	C
65-74	Задовільно (зараховано)	D
65-64	Задовільно (зараховано)	E
30-54	Незадовільно (не зараховано)	FX
0-29	Незадовільно (не зараховано)	F

Для отримання позитивної оцінки з дисципліни слід скласти всі модулі та одержати не менше ніж 55 балів сумарної оцінки. Якщо на протязі семестру складено всі модулі не менше, ніж на 55 балів сумарної оцінки, можна отримати підсумкову оцінку і отримати допуск до іспиту.

Результати прийому іспиту оцінюються за 100 – бальною рейтинговою шкалою. При оцінюванні результатів використовується також національна 5- бальна шкала та вищенаведена таблиця переведення з діючого в ДДМА положення про організацію навчального процесу в кредитно-модульній системі підготовки фахівців.

Критерії оцінювання сформованості програних результатів навчання під час підсумкового контролю

Синтезований опис компетентності	Типові недоліки, які зменшують рівень досягнення програмного результату навчання
<p>Когнітивні:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- розуміти принципи системного підходу до визначення цілей і методів досліджень;</li> <li>- з'ясувати структуру дослідницької роботи;</li> <li>- з'ясувати стан питання досліджень, сутність наукової полеміки, сформулювати переконливі докази на користь обраної концепції;</li> <li>- продемонструвати розуміння математичних моделей, цільових функцій для оптимізації рішень;</li> <li>- продемонструвати розуміння вибору виду експериментальних досліджень;</li> <li>- пояснити сутність критеріїв узгодження для доказу адекватності математичних моделей;</li> <li>- проявити вміння виконувати дослідження та застосувати дослідницькі навички;</li> <li>- здійснити доведення розв'язки завдань до практично прийнятих рішень за темою роботи.</li> <li>- уміти визначати шляхи підвищення якості процесу механічної обробки матеріалів.</li> </ul>	<p>75-89% – здобувач припускається незначних помилок у описі прикладних алгоритмів та комп'ютерних методів задач, недостатньо повно визначає прикладний науково-статистичний зміст наукометричних співвідношень, неповною мірою розуміє переваги та недоліки застосованої моделі, припускається несуттєвих фактичних помилок при витлумаченні розрахунково-графічних результатів та визначенні точності досліджування обчислювальних методів</p> <p>60-74% – здобувач некоректно формулює алгоритми та методи розв'язання практичних задач та робить суттєві помилки у змісті моделювання, припускається помилок при проектуванні власного комп'ютерного алгоритму, припускається грубих помилок у витлумаченні та розрахунках, а також при оформленні практичної роботи</p> <p>менше 60% – здобувач не може обґрунтувати свою позицію посиланням на конкретний алгоритм розв'язання практичних задач, неповно володіє методикою розрахунків, не може самостійно підібрати необхідну елементну базу ПЛК та розрахункові методи; не має належної уяви про витлумачення одержаних результатів</p>
<p>Афективні:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- критично осмислювати лекційний і поза лекційний матеріал;</li> <li>- аргументувати на основі лекційного матеріалу мету досліджень, об'єкт і предмет досліджень;</li> <li>- критично осмислювати результати попередніх досліджень за темою</li> </ul>	<p>75-89% – здобувач припускається певних логічних помилок в аргументації власної позиції в дискусіях на заняттях та під час захисту практичних та індивідуальних розрахункових завдань, відчуває певні складності у поясненні фахівцю та колегам певних подробиць та окремих аспектів професійної проблематики</p>

<p>дисертаційної роботи, формулювати завдання досліджень;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- використовувати системний підхід до організації досліджень;</li> <li>- критично осмислювати методи досліджень, вибір видів моделювання, методи оптимізації параметрів, методів експериментів;</li> <li>- використовувати математичні методи обробки результатів експериментів;</li> <li>- використовувати пакети програм: реалізовувати обчислення результатів досліджень.</li> </ul>	<p>60-74% – здобувач припускається істотних логічних помилок в аргументації власної позиції, виявляє недостатню ініціативу до участі у дискусіях та індивідуальних консультаціях за наявності складності у виконанні практичних та індивідуальних завдань; відчуває істотні складності при поясненні фахівцю або нефахівцю окремих аспектів професійної проблематики</p>
<p>Психомоторні:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- здобувач здатний самостійно працювати, розробляти оригінальні варіанти індивідуальних рішень, впевнено та кваліфіковано звітувати про них;</li> <li>- здобувач здатний спокійно та зосереджено слідувати методичним підходам до прикладних розрахунків;</li> <li>- здобувач здатний повною мірою контролювати результати власних зусиль та намагатися оптимально коригувати свої власні зусилля</li> </ul>	<p>менше 60% – здобувач не здатний продемонструвати вільного володіння логікою та аргументацією у виступах, не виявляє ініціативи до участі у професійній дискусії, до консультування з проблемних питань виконання практичних та індивідуальних завдань, не здатний пояснити нефахівцю суть відповідних проблем професійної діяльності; виявляє зневагу до етики навчального процесу</p>
	<p>75-89% – здобувач припускається певних помилок у стандартних методичних підходах та відчуває ускладнення при їх модифікації за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації</p>
	<p>60-74% – здобувач відчуває ускладнення при модифікації стандартних методичних підходів за зміни вихідних умов навчальної або прикладної ситуації</p>
	<p>менше 60% – здобувач нездатний самостійно здійснювати пошук та опрацювання методів та алгоритмів розв’язання задач, виконувати індивідуальні завдання, проявляє ознаки академічної не сформовані навички самооцінки результатів навчання і навичок міжособистісної комунікації з прийняття допомоги з виправлення поточної ситуації не добросесності при підготовці індивідуальних завдань та виконанні контрольних робіт</p>

## VI ЗАСОБИ ОЦІНЮВАННЯ

№ з/п	Назва і короткий зміст контрольного заходу	Характеристика змісту засобів оцінювання
1	Захист практичних робіт	- опитування за термінологічним матеріалом, що відповідає темі роботи; - оцінювання аргументованості звіту лабораторних завдань; - оцінювання активності участі у дискусіях
3	Модульна контрольна робота	- стандартизовані контрольні питання
Підсумковий контроль		- стандартизовані контрольні питання

## VII РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

### Основна література

1. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції / за заг. ред. В. Д. Ковальова; Краматорськ, 2023 р.

2. Теорія різання [Електронний ресурс] : Підручник для студентів спеціальності 131 – Прикладна механіка / О. В. Глоба, В. В. Вовк, Д. А. Красновид, В.І. Солодкий. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 248 с.

3. Теорія різання та інструмент: Навчальний посібник/ Веселовська Н.Р., Іскович-Лотоцький Р.Д., Ковальова І.М. – Вінниця: 2018. – 297 с.

4. Внуков Ю.М. Зношування і стійкість різальних лезових інструментів: Навч. посібник. / Внуков Ю.М., Залога В.О. – Суми: Вид-во СумДУ, 2010. – 243 с.

5. Грицай І.Є., Кукляк М.Л. Різання металів. Теорія різання. Навч. посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2005. – 132 с

6. Клименко Г. П., Васильченко Я. В. Якість та надійність технологічних систем; Навчальний посібник для студентів технічних спеціальностей. Краматорськ: ДДМА, 2018. 199 с. ISBN 978-966-379-849-3.

7. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції / за заг. ред. В. Д. Ковальова; Краматорськ, 2022р.

8. Антонюк В.С., Клименко С.Ан., Клименко С.А. Теплові явища при обробці різанням: Навч. посібник. – К.: НТУ України «КПІ», 2014. – 156 с.

9. Hrechuk A. D. Experimental investigations into tool wear of drilling CFRP / A. D. Hrechuk, V. S. Bushlya, M. R. Saoubi. // Procedia Manufacturing. – 2018. – Vol. 25. – P. 294–301.:

10. . Sidorko V. S. Diamond-abrasive finishing nonmetallic materials. Proceedings from Advanced Processing for Novel Functional Materials / V. S. Sidorko, M. D. Novikov, Y. O. Filatov. // Advanced Processing for Novel Functional Materials. – 2008. – Vol. 8. – P. 141– 143.

11. Sutter G. W. An experimental technique for the measurement of temperature fields for the orthogonal cutting in high speed machining / G. W. Sutter, L. K. Faure, A. J. Molinari. // Machine tools & Manufacture. – 2003. – Vol. 43. – P. 671–678.

12. Temperature determination at the chip-tool interface using an inverse thermal model considering the tool and tool holder / R. S.Carvalho, M. M. Lima e Silva, A. F.

Machado, G. I. Guimaraes. // *Jornal of Matematic Processing Technical*. – 2006. – Vol.179. – P. 97–104.

13. Стрижало В.О. Бородій М. В. Експериментальні методи в механіці деформівного твердого тіла /НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ – 2022.-306с.

14. Спеціальні розділи механічної обробки матеріалів: конспект лекцій [для здобувачів третього освітньо-наукового рівня вищої освіти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», денної та заочної форм навчання] / [уклад.: Я.В. Васильченко]. – Краматорськ; Тернопіль : ДДМА, 2023. – 119 с.

15. Практичні роботи з дисципліни «Спеціальні розділи механічної обробки матеріалів» методичні вказівки [для здобувачів третього освітньо-наукового рівня вищої освіти спеціальності 133 «Галузеве машинобудування», денної та заочної форм навчання] / [уклад.: Я.В. Васильченко]. – Краматорськ; Тернопіль : ДДМА, 2023. – 165 с.

### Література додаткова

16. Rodichev Y., Soroka O., Kovalov V., Vasilchenko Y., Maiboroda V. (2020) Fracture Resistance of the Edge of Cemented Carbide Cutting Tool. In: Tonkonogyi V. et al. (eds) *Advanced Manufacturing Processes. InterPartner 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7\\_29](https://doi.org/10.1007/978-3-030-40724-7_29)

17. Valeriy Kassov, Elena Berezshnaya, Nikolay Malyhin, Yana Antonenko, Kateryna Zubenko. Development of the Protection Coat for Metallic Structures Based on the Intercalated Graphite Compounds. *Materials Science Forum* ISSN: 1662-9752, Vol. 1045, pp 9-16 © 2021 Trans Tech Publications Ltd, Switzerland

<https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/MSF.1045.9>

18. Liliia Frolova, Roman Shevchenko, Alona Shpyh, Vadim Khoroshailo, Yana Antonenko. Selection of optimal Al–Si combinations in cast iron for castings for engineering purposes. *EUREKA: Physics and Engineering* (2021), Number 2, P. 99- 107

<https://doi.org/10.21303/2461-4262.2021.001694>

19. Kateryna Kostyk, Ivan Kuric, Milan Saga, Viktoriia Kostyk, Vitalii Ivanov, Viktor Kovalov, Ivan Pavlenko. Impact of Magnetic-Pulse and Chemical-Thermal Treatment on Alloyed Steels' Surface Layer. January 2022 *Applied Sciences* 12(1):469

<https://doi.org/10.3390/app12010469>

20. Antonenko, Y., Kovalov, V., Vasylchenko, Y., Shapovalov, M., Malyhin, N. (2023). An Increase in Heavy Machines' Accuracy by Controlling the Carrier System Parameters. In: Tonkonogyi, V., Ivanov, V., Trojanowska, J., Oborskyi, G., Pavlenko, I. (eds) *Advanced Manufacturing Processes IV. InterPartner 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-16651-8_8)

### Інформаційні ресурси:

1. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/16c7fb99-be01-4570-99d7-0f7e979c48ff/content>
2. [https://www.youtube.com/@Shady\\_Attia](https://www.youtube.com/@Shady_Attia)
3. <https://www.youtube.com/@RosaneRech>
4. <https://www.youtube.com/@bkrai>
5. <https://www.youtube.com/@safwafcds7240>

## Додаток А

### Питання для підготовки до контрольних робіт та екзамену з дисципліни «Спеціальні розділи механічної обробки матеріалів»

1 Показати в статичній системі координат геометричні параметри токарного прохідного (прохідного упорного, відрізного, підрізного) різця, свердла, зенкера, торцевої (кінцевої, циліндричної, дискової) фрези.

2 Охарактеризувати кінематичні елементи та характеристики різання.

3 Охарактеризувати види обробки різанням.

4 Охарактеризувати системи координатних площин та координатні площини.

5 Проаналізувати залежність усадки стружки від умов обробки.

6 Проаналізувати залежність параметрів наросту від умов обробки.

7 Призначити і обґрунтувати способи ліквідації наросту при різанні.

8 Проаналізувати причини виникнення наросту, будову і характеристики наросту.

9 Проаналізувати припущення, прийняті при виведенні формули для визначення напруження зсуву при утворенні зливної стружки.

10 Вивести формулу для визначення напруження зсуву при утворенні зливної стружки.

11 Проаналізувати схему і умови виникнення стружки сколювання.

12 Проаналізувати схему і умови виникнення стружки надламу.

13 Проаналізувати залежність складових сили різання від елементів режиму різання.

14 Проаналізувати залежність складових сили різання від геометричних параметрів інструменту.

15 Призначити і обґрунтувати способи зменшення сили різання.

16 Проаналізувати залежність вимушених коливань при різанні від умов обробки.

17 Проаналізувати залежність автоколивань при різанні від умов обробки.

18 Призначити і обґрунтувати способи ліквідації вимушених коливань при різанні.

19 Призначити і обґрунтувати способи ліквідації автоколивань

при різанні.

20 Показати будову електричного універсального динамометра.

21 Проаналізувати роботу і потужність різання при різних видах обробки різанням.

22 Проаналізувати рівняння теплового балансу при різанні.

23 Проаналізувати залежність температури різання від елементів режиму різання.

24 Проаналізувати залежність температури різання від геометричних параметрів інструменту.

25 Проаналізувати залежність температури різання від фізико-механічних властивостей оброблюваного матеріалу.

26 Призначити і обґрунтувати способи зниження температури різання.

27 Показати будову схеми вимірювання температури різання методом природньої термопари.

28 Проаналізувати функції мастильно-охолоджуючих технологічних середовищ.

29 Проаналізувати дію мастильно-охолоджуючих технологічних середовищ.

30 Проаналізувати залежність шорсткості обробленої поверхні від умов обробки.

31 Проаналізувати залежність експлуатаційних властивостей деталі від шорсткості поверхневого шару.

32 Проаналізувати залежність точності обробленої поверхні від умов обробки.

33 Проаналізувати залежність наклепу поверхневого шару деталі від умов обробки.

34 Проаналізувати залежність залишкових напружень в поверхневому шару деталі від умов обробки.

35 Проаналізувати види зношування різального інструменту.

36 Проаналізувати залежність стійкості інструменту від швидкості різання.



37 Проаналізувати залежність стійкості інструменту від геометричних параметрів інструменту.

38 Проаналізувати і обґрунтувати способи запобігання викришуванню леза при різанні.

39 Призначити і обґрунтувати способи запобігання поламкам леза при різанні.

40 Призначити і обґрунтувати способи зниження зношування інструменту при різанні.

41 Призначити і обґрунтувати способи запобігання відмовам інструменту внаслідок пластичного деформування вершини леза.

42 Охарактеризувати показники довговічності, ремонтпридатності та придатності до зберігання різального інструменту.

43 Охарактеризувати показники безвідмовності інструменту.

44 Призначити і обґрунтувати способи підвищення надійності різального інструменту на стадії його проектування.

45 Призначити і обґрунтувати способи підвищення надійності різального інструменту на стадії його виготовлення.

46 Призначити і обґрунтувати способи підвищення надійності різального інструменту на стадії його експлуатації.

47 Охарактеризувати поняття оброблюваності матеріалу різанням і проаналізувати основні критерії оброблюваності.

48 Призначити і обґрунтувати найбільш раціональні умови обробки корозійно-стійких сталей та сплавів, титанових сплавів, чавунів, мідних та алюмінієвих сплавів, загартованих сталей, неметалічних матеріалів.

49 Вибрати для заданих умов обробки марку інструментального матеріалу, тип різального інструменту, геометричні параметри леза (точіння, свердлення, фрезерування, шліфування; вуглецеві сталі, чавуни, мідні та алюмінієві сплави, корозійно-стійкі та жаростійкі сталі та сплави, загартовані сталі; операції чорнові, напівчистові, чистові).

50 Розрахувати режими різання для заданих умов обробки

## Додаток Б

### Приклад розв'язання залікової задачі з дисципліни «Спеціальні розділи теорії механічної обробки матеріалів».

#### Приклад виконання контрольної роботи

Розглянемо розрахунок імовірнісних експлуатаційних характеристик ріжучого інструменту і перевірку відповідності статистичного і теоретичного розподілу періоду стійкості за критерієм Пірсона ( $\chi^2$ ), використовуючи для цього значення періоду стійкості токарних збірних різців  $H \times B = 25 \times 25$  мм, оснащених твердим сплавом Т5К10.

Розрахунок виконують у такій послідовності.

1 Розташовують дані про період стійкості різців у варіаційний ряд (таблиця А.1).

Таблиця А.1 - Варіаційний ряд періоду стійкості

Номер досліджень $i$	Період стійкості $\tau_i$ , хв	Номер досліджень $i$	Період стійкості $\tau_i$ , хв	Номер досліджень $i$	Період стійкості $\tau_i$ , хв	Номер досліджень $i$	Період стійкості $\tau_i$ , хв
1	10	10	15	19	20	28	22
2	10	11	15	20	20	29	22
3	10	12	18	21	20	30	22
4	15	13	18	22	20	31	25
5	15	14	18	23	20	32	25
6	15	15	18	24	20	33	25
7	15	16	18	25	20	34	27
8	15	17	18	26	22		
9	15	18	18	27	22		

2 Варіаційний ряд розбивають на інтервали. Число інтервалів розраховують за формулою

$$I = 1 + 3.32 \lg n = 1 + 3.32 \lg 34 = 1 + 5 = 6, \quad (\text{A.1})$$

де  $n = 34$  – кількість (обсяг) вихідних даних.

3 Розраховують середнє значення періоду стійкості  $T = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \tau_i = 18.47$ , хв (A.2)

4 Розраховують середнє квадратичне відхилення періоду стійкості

$$\sigma_T = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (\tau_i - T)^2}{n - 1}} = 4.24, \text{ хв} \quad (\text{A.3})$$

5 Розраховують коефіцієнт варіації періоду стійкості

$$V_\tau = \frac{\sigma_\tau}{T} = \frac{4.24}{18.47} = 0.23 \quad (\text{A.4})$$

6 Виходячи зі значень коефіцієнта варіації, приймаємо гіпотезу про нормальний закон розподілу періоду стійкості ( $V_\tau \leq 0.33$ ).

7 Для перевірки гіпотези про нормальний закон розподілу необхідно розрахувати ймовірнісні експлуатаційні характеристики (показники надійності) різців: щільність розподілу  $f(\tau)$ , інтенсивність відмов  $\lambda(\tau)$  і ймовірність безвідмовної роботи  $P(\tau)$ , яку потім використовують для розрахунку критерію  $\chi^2$ . Значення показників надійності розраховують для інтервалів часу від  $\tau_j$  до  $\tau_{j+1}$ :

$$\tau_{j+1} = \tau_j + \Delta\tau, \quad (\text{A.5})$$

де  $\Delta\tau$  - величина інтервалу.

$$\Delta\tau = \frac{\tau_{\max} - \tau_{\min}}{I}, \quad (\text{A.6})$$

де  $\tau_{\max}, \tau_{\min}$  - максимальне і мінімальне значення періоду стійкості з варіаційного ряду;

$I$  кількість інтервалів.

У нашому випадку 
$$\Delta\tau = \frac{27 - 10}{6} = 2.83.$$

Для зручності розрахунків приймаємо  $\Delta\tau = 2.85$ .

Дані розрахунків зручно звести в таблицю А.2, яка містить усі необхідні показники для перевірки за критерієм  $\chi^2$ .

8 Розраховують число відмов  $m(\tau)$  за інтервал  $\Delta\tau$ , використовуючи для цього варіаційний ряд.

9 Розраховують статистичні значення  $f(\tau), \lambda(\tau)$  и  $P(\tau)$  (формули для розрахунку наведено в таблиці А.2).

10 Для кожного інтервалу розраховують теоретичні значення  $f(\tau)$  за формулою

$$f(\tau) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\tau} e^{-\frac{(\tau-T)^2}{2\sigma_\tau^2}}, \quad (\text{A.7})$$

де  $T$  - середнє значення періоду стійкості для кожного інтервалу. Результати розрахунків заносять у таблицю А.2.

11 Для кожного інтервалу розраховують теоретичне значення  $P(\tau)$  за формулою

$$P(\tau) = 0.5 \pm \Phi\left(\frac{T - \tau}{\sigma_\tau}\right), \quad (\text{A.8})$$

де  $\Phi\left(\frac{T - \tau}{\sigma_\tau}\right)$  - функція Лапласа. Значення функції Лапласа наведено в таблиці 3.5;

$T$  - значення періоду стійкості на початку кожного інтервалу. Результати розрахунків заносять у таблицю А.2.

12 Для кожного інтервалу розраховують теоретичне значення  $\lambda(\tau)$  за формулою

$$f(\tau) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma_\tau\Phi\left(\frac{\tau-T}{\sigma_\tau}\right)} e^{-\frac{(\tau-T)^2}{2\sigma_\tau^2}} \quad \text{или} \quad \lambda(\tau) = \frac{f(\tau)}{P(\tau)} \quad (\text{A.9})$$

Результати розрахунків заносять в таблицю А.2.

13 Расчёт  $\chi^2$  Результати розрахунків заносять у таблицю А.2.

13 Розрахунок  $\chi^2$  виконують за формулами, наведеними в стовпчиках 13...17 таблиці А.2. Сума значень рядків стовпця 17 являє собою значення  $\chi^2$ .

14 Розрахункове значення  $\chi^2$  порівнюють із табличним  $\chi^2_{\text{табл}}$ . Розрахункове значення  $\chi^2$  не повинно бути більшим за табличне ( $\chi^2 \leq \chi^2_{\text{табл}}$ ). Табличні значення  $\chi^2$  обирають із таблиці 3.7 за числа ступенів свободи, яке розраховують за формулою

$$f = I - r - 1, \quad (\text{A.10})$$

де  $I$  - число інтервалів;

$r$  - число параметрів закону розподілу.

У нашому випадку  $f = 6 - 2 - 1 = 3$

Табличне значення  $\chi^2_{\text{табл}} = 7,81$  при рівні значущості  $\alpha = 0.05$ .

Таким чином, гіпотезу про відповідність статистичного і теоретичного розподілу нормальному закону обрано правильно ( $1,94 < 7,81$ ).

15 За результатами розрахунків будують графіки  $f(\tau)$ ,  $\lambda(\tau)$  и  $P(\tau)$  для статистичного і теоретичного розподілів (рис. А.1...А.3).

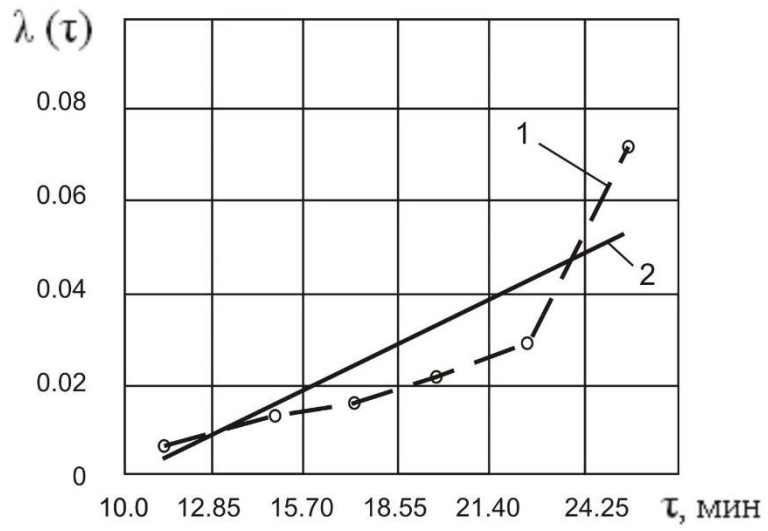
16 Під час перевірки відповідності статистичного і теоретичного розподілу за критерієм Колмогорова ( $\lambda_n$ ) знаходять максимальне відхилення ймовірності безвідмовної роботи для статистичного і теоретичного розподілу

$$D_n = \max |P(\tau)_{\text{н\ddot{o}\ddot{o}\ddot{o}} - P(\tau)_{\text{\ddot{o}\ddot{o}\ddot{o}}} | = |0.6765 - 0.7459| = 0.0694 . \quad (\text{A.11})$$

17 Розраховують значення критерію Колмогорова

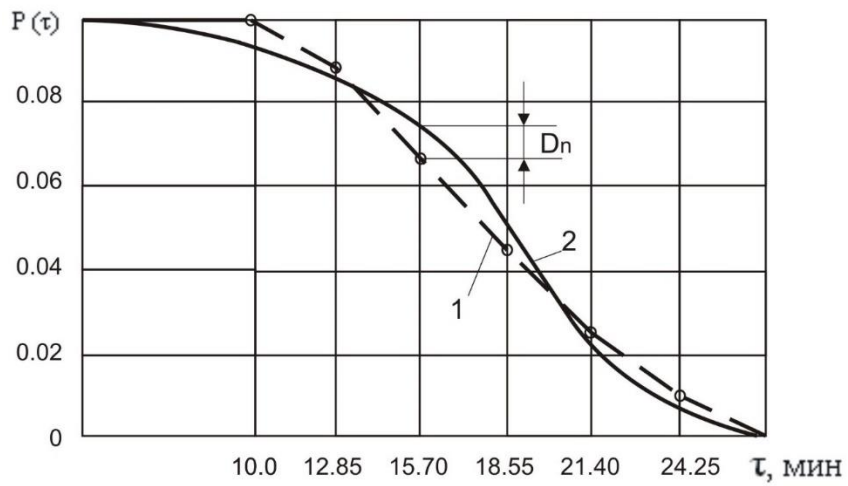
$$\lambda_n = D_n \sqrt{n} = 0.0694 \sqrt{34} = 0.4 \quad (\text{A.12})$$

За таблицею 3.8 для кожного отриманого значення ( $\lambda_n$ ) знаходимо  $P(\tau) = 0.997$ . Це означає, що статистичний і теоретичний розподіл узгоджуються з імовірністю 0.997.



1 - статистичний розподіл; 2 - теоретичний розподіл

Рисунок А.1 - Щільність розподілу періоду стійкості



1 - статичний розподіл; 2 - теоретичний розподіл

Рисунок А.3 - Імовірність безвідмовної роботи

Таблиця А.2 - Імовірнісні експлуатаційні характеристики різального інструменту.  
Перевірка статистичного та теоретичного розподілу за критерієм Пірсона ( $\chi^2$ )

Номер інтервалу j	Межа інтервалу $\Delta t = t_{j+1} - t_j$		Число відмов за інтервал $\Delta t$	Число працездатних інструментів в у момент часу $t_j$	Середнє число працездатних інструментів	Щільність розподілу $f(t)$		Інтенсивність відмов $\lambda(t)$		Імовірність безвідмовної роботи $P(t)$		До перевірки відповідності статистичного та теоретичного розподілу за критерієм Пірсона					
	$t_j$	$t_{j+1}$	$m(t)$	$n(t)$	$(n_j + n_{j+1})/2$	$m(t)/n\Delta t$	Теоретична	$2 m(t) / (n_j + n_{j+1})\Delta t$	Теоретична	$n(t)/n$	Теоретична	$\Delta P(t) = P(t_j) - P(t_{j+1})$	$n\Delta P(t)$	$m(t) - n\Delta P(t)$	$[m(t) - n\Delta P(t)]^2$	$[m(t) - n\Delta P(t)]^2 / [n\Delta P(t)]$	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
1	10,00	12,85	3	34	32,5	0,0311	0,0236	0,0326	0,0247	1,0000	1,0000	0,0917	-3,1178	-0,1178	0,0139	0,0044	
2	12,85	15,70	8	31	27,0	0,0830	0,0573	0,1040	0,0682	0,9118	0,9083	0,1624	5,5216	2,4784	6,1425	1,1124	
3	15,70	18,55	7	23	19,5	0,0727	0,0892	0,1267	0,1420	0,6765	0,7459	0,2487	8,4558	-1,4558	2,1194	0,2506	
4	18,55	21,40	7	16	12,5	0,0727	0,0788	0,1967	0,2424	0,4706	0,4972	0,2476	8,4184	-1,4181	2,0118	0,2390	
5	21,40	24,25	5	9	6,5	0,0519	0,0565	0,2715	0,3618	0,2647	0,2496	0,1602	5,4468	-0,4468	0,1996	0,0366	
6	24,25	27,10	4	4	2,0	0,0415	0,0230	0,7059	0,4937	0,1176	0,0894	0,0894	3,0396	0,9604	0,9224	0,3034	
Обсяг даних $n=34$					Коефіцієнт варіації $V_t=0,23$				Число параметрів закону розподілу $r=2$			Критерій $\chi^2=$					$\Sigma=1,9434$
Середнє значення $T=18,47$			Середнє квадратичне відхилення $\sigma_t=4,24$		Параметри закону: $T=18,47; \sigma_t=4,24$				$f=j-r-1=3$								
Теоретичний розподіл - нормальний																	