

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск 1	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 1

## ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

28 серпня 2024 р.,

протокол № 6

Голова Вченої ради

Андрій ТКАЧУК



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «РОБОЧІ ПРОЦЕСИ ВИСОКИХ ТЕХНОЛОГІЙ»

для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності 131 «Прикладна механіка» освітньо-професійна програма «Прикладна механіка»

факультет: комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки

(назва факультету)

кафедра: механічної інженерії

(назва кафедри)

Схвалено на засіданні кафедри

механічної інженерії

«26» серпня 2024 р.,

протокол № 9

Завідувач кафедри

Олександр МЕЛЬНИК

Гарант освітньо-професійної програми

Леонід ПОЛОНСЬКИЙ

Розробник: к.т.н., проф. каф. механічної інженерії ВИГОВСЬКИЙ Георгій

(науковий ступінь, посада, прізвище та власне ім'я)

Житомир

2024 – 2025 н.р.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	<i>Випуск</i>	<i>Зміни 0</i>	<i>Екземпляр №1</i>	<i>Арк 23 / 2</i>

Робоча програма навчальної дисципліни «Робочі процеси високих технологій» для здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «магістр» спеціальності 131 «Прикладна механіка», освітньо-професійна програма «Прикладна механіка» затверджена Вченою радою факультету комп'ютерно-інтегрованих технологій, мехатроніки і робототехніки від 28 серпня 2024 р., протокол № 6.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 3

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 13 «Механічна інженерія»	Обов'язкова	
Модулів – 4	Спеціальність 131 «Прикладна механіка»	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 4		1-й	-
Загальна кількість годин – 90 год.	Освітній ступінь: «магістр»	<b>Семестр</b>	
		1	-
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 2 год.; самостійної роботи студента – 3,6 год.		<b>Лекції</b>	
		16 год.	-
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		16 год.	-
		<b>Лабораторні</b>	
		0 год.	-
		<b>Самостійна робота</b>	
		58 год.	-
		<b>Вид контролю:</b> Залік	<b>Вид контролю:</b> -

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної та індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 55,1 % аудиторних занять, 44,9% самостійної та індивідуальної роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 4

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення дисципліни** – є набуття знань, формування навичок та умінь здобувачів вищої освіти з:

робочих процесів високих технологій, які використовуються на наукоємних виробництвах;

аналізу основних тенденцій розвитку машинобудування та порівняння різних концепцій комп'ютеризованого інтегрованого виробництва;

нових способів виготовлення виробів, структури технологічних процесів відповідно до вимог ринку;

класифікації високих технологій за ступенем точності та рівнем функціональних властивостей та алгоритмів їх розробки;

високошвидкісних та екологічно-орієнтованих процесів різання, ролі дозованої подачі МОТС в зону обробки тощо;

засобів забезпечення робочих процесів високих технологій прецизійним технологічним оснащенням, діагностичними системами, засобами контролю, а також щодо парадигм виробництва майбутнього, перспектив застосування штучного інтелекту, виявлення нових потенціалів високих технологій.

**Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:**

- поглиблення знань з методів використання високих технологій;
- вивчення можливостей конвенціональних методів та технічних засобів, які можуть бути використані для розробки та реалізації високих технологій на основі новітніх здобутків науки і досягнень в техніці;
- розвиток обсягу знань з сучасних уявлень про високі технології, їх зміст та досягнення.

Зміст навчальної дисципліни направлений на формування наступних **компетентностей**, визначених стандартом вищої освіти зі спеціальності 131 «Прикладна механіка» та освітньо-професійною програмою «Прикладна механіка»:

**ЗК-2.** Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 5

**ЗК-3.** Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

**ЗК-6.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**ФК-4.** Здатність зрозуміло і недвозначно доносити власні висновки, знання та пояснення до фахівців і нефахівців, зокрема і в процесі викладацької діяльності.

**ФК-6.** Здатність забезпечувати ресурсозбереження при виготовленні та ремонті об'єктів виробництва.

Отримані знання з навчальної дисципліни стануть складовими наступних **програмних результатів навчання** за спеціальністю 131 «Прикладна механіка»:

**РН5.** Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.

**РН6.** Розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів.

Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі вищої освіти зможуть отримати наступні Soft skills:

– *комунікативні навички*: письмове, вербальне й невербальне спілкування; вести дискусію і відстоювати свою позицію; вміння шукати, аналізувати та використовувати інформацію;

– *уміння виступати привселюдно*: вміння публічно та професійно презентувати результати власних досліджень;

– *гнучкість і адаптивність*: уміння аналізувати ситуацію, орієнтування на вирішення проблеми;

– *особисті якості*: креативне й критичне мислення; етичність, доброчесність, повага до оточуючих.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 6

### 3. Програма навчальної дисципліни

#### МОДУЛЬ 1.

#### *Змістовий модуль 1. Аналіз основних тенденцій розвитку машинобудівного виробництва*

**Тема 1. Основні тенденції розвитку машинобудування та концепція комп'ютеризованого інтегрованого виробництва (ЗК2, РН5).**

Високі технології у машинобудуванні та їхні робочі процеси. Орієнтація сучасного виробництва на вимоги ринка. Зміни промислового виробництва у глобальному масштабі. Комплексність продукції і виробництва, зростання вимог до якості продукції, управління виробництвом, широти та глибини проектування.

Концепція комп'ютеризованого інтегрованого виробництва (СІМ), його орієнтація на швидкий прогрес виробничої техніки, гнучкої концентрації виробництва та запровадження прогресивних технологій. СІМ, як глобальна провідна концепція. Основні складові СІМ: комп'ютеризовані автоматизовані системи проектування, планування, виробництва, забезпечення якості тощо. Основні компоненти СІМ: гнучкі системи виготовлення і складання, керовані ЕОМ; високоефективні робочі процеси; постачання деталей строго за графіком («Just in Time»); системи постачання та забезпечення виробничих процесів; комп'ютеризовані автоматизовані системи.

**Тема 2. Концепція виробництва «Lean Production» та концепція СІМ другого покоління (ЗК3, РН6).**

Концепція “худого виробництва” – «Lean Production». Її принципи та складові: узгодженість та інтеграція праці всіх учасників, які беруть участь у процесі виробництва. Послідовна оптимізація ходу процесу розробки, виготовлення та зв'язку з постачальниками. Сильне керівництво проектом та узгоджена колективна дія виконавців. Залучення до розробки постачальників та замовників. Використання відкритих та швидкодіючих інформаційних комунікацій з відмовою від принципів поділу праці. Швидка та безпосередня реакція на порушення виробничого процесу – один із основних принципів виробництва. Основні принципи «Lean Production»: покладання на кожного працівника

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 7

максимальної кількості завдань і відповідальності за їх виконання; миттєве усування вад і проблем виробництва; забезпечення швидкої реакції на порушення або змін виробничого процесу, що дозволяє забезпечити відкрита інформаційна система; високий рівень незалежності робочих груп тощо. Значення децентралізації відповідальності, погодження колективних дій, персональної мотивації.

Базування концепції СІМ другого покоління на сполученні СІМ першого покоління та концепцій «Lean Production». При цьому, для інтеграції їх принципів: використання нових архітектур систем управління; спрощення систем і процесів їх обслуговування; децентралізація систем управління; реалізація автономних виробничих сегментів; усунення розподілу праці; підвищення надійності систем; використання персональної вмотивованості праці працівників тощо.

## Модуль 2.

### *Змістовий модуль 2. Аналіз етапів і концепцій розвитку машинобудівного виробництва*

#### **Тема 3. Високі технології в машинобудуванні (ЗК6).**

Основні поняття. Структура високих технологій. Основні ознаки. Наукоємність, системність, моделювання, комп'ютерне інтелектуальне технологічне середовище, сталість та надійність, тотальне забезпечення якості, відповідність вимогам екології, технічне та кадрове забезпечення високих технологій. Найважливіша ознака високих технологій – спроможність робочого процесу забезпечити досягнення нового рівня функціональних властивостей виробів.

#### **Тема 4. Робочі процеси як основа високих технологій (ЗК3, ФК4, РН6).**

Місце робочого процесу в системі високих технологій. Робочий процес як база створення високих технологій. Цільові робочі процеси виготовлення та збирання. Класифікація робочих процесів за ступенем точності та рівнем функціональних властивостей. Жорстка предметна орієнтованість робочих процесів високих технологій. Загальний порядок розробки робочих процесів високих технологій. Критерії відповідності робочого процесу новому рівню

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 8

властивостей виробів. Приблизний порядок розробки робочих процесів високих технологій.

## Модуль 3.

### *Змістовий модуль 3. Робочі процеси високих технологій обробки деталей різанням надтвердими матеріалами*

**Тема 5. Робочі процеси алмазного шліфування надтвердих матеріалів (ЗК2, ФК4, РН6).**

Характеристика надтвердих матеріалів, їх класифікація. Фізичні передумови ефективності процесу алмазного шліфування НТМ. Основні закономірності мікро руйнування НТМ в процесі алмазного шліфування. Взаємозв'язок вихідних показників шліфування і параметрів робочої поверхні кругів. Структурно-топографічна пристосовуваність поверхонь круга і НТМ та оптимізація процесу за рахунок комплексного управління рельєфом і профілем робочої поверхні круга. Закономірності алмазного шліфування НТМ з управлінням РПК і універсальність його принципів. Перспективи розвитку.

**Тема 6. Робочі процеси різання алмазними лезовими інструментами та інструментами із полікристалічних надтвердих матеріалів та процеси мікрофрезерування інтерметалідів (ЗК3, РН5).**

Характеристика алмазних лезових інструментів. Різці, свердла, фрези, вигладжувачі. Контактні процеси і їх особливості. Стружкоутворення. Сили та температура різання. Знос та сталість алмазних інструментів. Якість обробки. Області застосування. Перспективи розвитку.

Характеристика нітридборних лезових інструментів. Контактні процеси і їх особливості. Стружкоутворення. Сили та температура різання. Знос та стійкість нітридборних інструментів. Якість обробки. Області застосування. Перспективи розвитку.

Різання багатолезовими інструментами із надтвердих матеріалів. Конструктивні рішення інструментів для чистового торцевого фрезерування плоских поверхонь. Геометричні фактори формування якісних показників плоских



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 9

поверхонь. Технологічне обладнання для чистового фрезерування. Перспективи розвитку процесів обробки багатолезовими інструментами із надтвердих матеріалів.

Розвиток технологій обробки інтерметалідів (матеріалів з пам'яттю форми) методами мікрофрезерування. Особливості фізико-механічних характеристик нітинолів (низька теплопровідність, висока питома теплоємність, низький коефіцієнт ефективний модуль пружності) та вплив геометрії різальних інструментів та режиму різання на процеси мікрорізання та якісні характеристики обробки.

## Модуль 4.

### *Змістовий модуль 4. Робочі процеси, які базуються на високошвидкісному різанні, та екологічно орієнтовані процеси обробки матеріалів.*

**Тема 7. Робочі процеси, які базуються на високошвидкісному різанні (ЗК6).**

Поняття про високошвидкісне різання. Фізичні особливості високошвидкісного різання. Особливості зносу різальних інструментів при високошвидкісних процесах обробки. Застосування змащувально-охолоджуючих технологічних середовищ (ЗОТС) та «сухого» високошвидкісного різання. Вихідні показники високошвидкісної обробки. Перспективи розвитку.

**Тема 8. Екологічно орієнтовані процеси обробки матеріалів (ЗК3, ФК4, ФК6, РН6).**

Основні напрямки зниження негативного впливу ЗОТС на навколишнє середовище. Застосування засобів ефективного знешкодження ЗОТС. Застосування модифікованих та альтернативних ЗОТС. Мінімізація подачі ЗОТС у зону різання. Використання покриттів при різних видах обробки та їх вплив на характеристики процесу різання. Тангенціальне точіння, як прогресивний засіб обробки важкооброблюваних матеріалів.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 10

#### 4. Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Змістові модулі і теми	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	лекції	практичні	самостійна робота	усього	лекції	практичні	самостійна робота
<b>Модуль 1</b>								
<i>Змістовий модуль 1. Аналіз основних тенденцій розвитку машинобудівного виробництва</i>								
<b>Тема 1.</b> Основні тенденції розвитку машинобудування та концепція комп'ютеризованого інтегрованого виробництва	10,0	2,0	2,0	6,0	-	-	-	-
<b>Тема 2.</b> Концепція виробництва «Lean Production» та концепція СІМ другого покоління	10,0	2,0	2,0	6,0	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 1</b>	20,0	4,0	4,0	12,0	-	-	-	-
<b>Модуль 2</b>								
<i>Змістовий модуль 2. Аналіз етапів і концепцій розвитку машинобудівного виробництва</i>								
<b>Тема 3.</b> Високі технології в машинобудуванні	10,0	2,0	2,0	6,0	-	-	-	-
<b>Тема 4.</b> Робочі процеси як основа високих технологій	10,0	2,0	2,0	6,0	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 2</b>	20,0	4,0	4,0	12,0	-	-	-	-
<b>Модуль 3</b>								
<i>Змістовий модуль 3. Робочі процеси високих технологій обробки деталей різанням надтвердими матеріалами</i>								
<b>Тема 5.</b> Робочі процеси алмазного шліфування надтвердих матеріалів	10,0	2,0	4,0	4,0	-	-	-	-
<b>Тема 6.</b> Робочі процеси різання алмазними лезовими інструментами та інструментами із полікристалічних надтвердих матеріалів та процеси мікрофрезерування інтерметалідів	20,0	2,0	2,0	16,0	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 3</b>	30,0	4,0	6,0	20,0	-	-	-	-
<b>Модуль 4</b>								
<i>Змістовий модуль 4. Робочі процеси, які базуються на високошвидкісному різанні, та екологічно орієнтованих процесах обробки матеріалів</i>								
<b>Тема 7.</b> Робочі процеси, які базуються на високошвидкісному різанні	10,0	2,0	0,0	8,0	-	-	-	-
<b>Тема 8.</b> Екологічно орієнтовані процеси обробки матеріалів	10,0	2,0	2,0	6,0	-	-	-	-
<b>Разом за змістовий модуль 4</b>	20,0	4,0	2,0	14,0	-	-	-	-
<b>ВСЬОГО</b>	<b>90,0</b>	<b>16,0</b>	<b>16,0</b>	<b>58,0</b>	-	-	-	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 11

## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>МОДУЛЬ 1</b>			
<b>Змістовий модуль 1. Аналіз основних тенденцій розвитку машинобудівного виробництва</b>			
1.	<b>Концепція комп'ютеризованого інтегрованого виробництва.</b> Виконання аналізу використання вискоефективних робочих процесів, систем постачання та забезпечення виробничих процесів, використання комп'ютеризованих автоматизованих систем CAD, CAM, CAP, CAQ, САА підприємства та рекомендації щодо їх використання.	2	-
2	<b>Концепція «худого виробництва» - «Lean Production».</b> Розгляд основних концепцій та ознак «Lean Production». Виконання аналізу основної мети запровадження виробництва. Вивчити послідовність та основні принципи використання «Lean Production». Розгляд можливостей використання нових принципів організації підготовки та виробництва на базових підприємствах.	2	-
<b>МОДУЛЬ 2</b>			
<b>Змістовий модуль 2. Аналіз етапів і концепцій розвитку машинобудівного виробництва</b>			
3	<b>Робочі процеси високих технологій.</b> Вивчення особливої ролі та значимості робочих процесів високих технологій та очікуваного результату від їх запровадження. Розглянути цільові робочі процеси виготовлення та збирання виробів та принципові ознаки робочих процесів високих технологій. Виконати аналіз засобів реалізації цільових робочих процесів. Навести класифікацію робочих процесів за ступенем досяжної точністю	2	-
4.	<b>Порядок розробки робочих процесів високих технологій.</b> Дати характеристику засобів забезпечення робочих процесів високих технологій та контролю поверхні та поверхневого шару, які застосовуються у різноманітних діапазонах точності обробки. Оцінити роль робочого процесу у високих технологіях. Вивчити порядок розробки робочих процесів високих технологій.	2	-
<b>МОДУЛЬ 3</b>			
<b>Змістовий модуль 3. Робочі процеси високих технологій обробки деталей різанням надтвердими матеріалами</b>			
5.	<b>Закономірності алмазного шліфування надтвердих полікристалічних матеріалів із керуванням робочого профіля кругів та універсальність його принципів.</b> Розглянути значення структурних	2	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 12

	схем процесів шліфування із безперервним керуванням профілем круга. Розгляд фізичних особливостей шліфування надтвердих матеріалів. Порівняти технологічні показники шліфування надтвердих матеріалів із керуванням профіля круга.		
6.	<b>Якість обробленої поверхні та експлуатаційні властивості оптичних полімерів.</b> Вивчити вплив умов обробки на шорсткість поверхонь оптичних полімерів. Виконати аналіз експлуатаційних властивостей оптичних полімерних виробів. Визначити критерій достатньої шорсткості для оптичних полімерів. Пояснити вплив режимів різання на шорсткість обробленої поверхні та вплив різноманітних параметрів обробки на експлуатаційні характеристики оптичних виробів.	2	-
<b>Модуль 4</b>			
<b>Змістовий модуль 4. Робочі процеси, які базуються на високошвидкісному різанні, та екологічно орієнтованих процесах обробки матеріалів</b>			
7.	<b>Вплив геометричних параметрів інструментів із НТМ при багатолезовій обробці плоских поверхонь.</b> Охарактеризувати роль і значення багатолезової обробки інструментами із надтвердих матеріалів для сучасних технологічних процесів. Навести основні шляхи досягнення високої якості обробки плоских поверхонь при багатолезовій обробці. Розглянути використання основних схем зрізання припуску при торцевому фрезеруванні. Визначити фактори, які впливають на працездатність багатолезових інструментів, оснащених НТМ. Встановити вимоги до обладнання, яке використовується для чистової обробки плоских поверхонь. Навести можливі приклади використання процесів багатолезового торцевого фрезерування інструментами, оснащеними НТМ, для обробки деталей на підприємствах області.	2	-
8	<b>Іонно-плазмові технології синтезу покриттів різальних інструментів.</b> Вивчити особливості методу комплексної поверхневої іонно-плазмової обробки (КІПО). Представити принципову схему зносостійкого багатолезового комплексу. Вивчити методи, які застосовуються для контролю якості покриттів. Розглянути передумови підвищення працездатності різального інструмента нанесенням покриттів. Навести приклади підвищення працездатності різального інструмента та тенденції розвитку технології синтезу покриттів.	2	-
<b>РАЗОМ</b>		<b>16</b>	<b>-</b>

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 13

## 6. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форма
<b>Змістовий модуль 1. Аналіз основних тенденцій розвитку машинобудівного виробництва</b>			
1.	<b>Концепція комп'ютеризованого інтегрованого виробництва.</b> Аналіз робіт присвячених історії створення комп'ютеризованого інтегрованого виробництва та його переваг. Хронологія розробки комп'ютеризованого інтегрованого виробництва та його основних компонентів.	6,0	-
2.	<b>Концепція виробництва «Lean Production» та концепція СІМ другого покоління.</b> Аналіз відмінності концепції комп'ютеризованого інтегрованого виробництва від «Lean Production». Основні ознаки «Lean Production» та їх переваги. Визначити їх основні характеристики та принципи їх створення. Аналіз загальної схеми удосконалення виробництва. Встановити на яких принципах базується концепція СІМ другого покоління та заходи інтеграції принципів СІМ з «Lean Production».	6,0	-
<b>Змістовий модуль 2. Аналіз етапів і концепцій розвитку машинобудівного виробництва</b>			
3.	<b>Високі технології в машинобудуванні.</b> Встановити основні ознаки високих технологій та фундамент, на якому вони створюються. Аналіз робіт з основних ознак високих технологій. Визначити структуру високих технологій. Витоки високих технологій обробки матеріалів. Вимоги до компетентності спеціалістів в області високих технологій.	6,0	-
4.	<b>Робочі процеси як основа високих технологій.</b> Принципові ознаки робочих процесів високих технологій. Цільові робочі процеси високих технологій та засоби їх реалізації. Вплив підвищення вимог до точності обробки деталей на співвідношення окремих видів обробки. Класифікація робочих процесів за ступенями досяжної точності і функціональних властивостей. Приблизний порядок розробки робочих процесів високих технологій.	6,0	-
<b>Змістовий модуль 3. Робочі процеси високих технологій обробки деталей різанням надтвердими матеріалами.</b>			
5.	<b>Робочі процеси алмазного шліфування надтвердих матеріалів.</b> Проблеми обробки шліфуванням надтвердих матеріалів. Характеристики надтвердих матеріалів та їх класифікація. Нові робочі процеси спроможні забезпечити необхідні функціональні, економічні та екологічні властивості виробів з надтвердих полікристалічних матеріалів (НТПМ). Основні закономірності руйнації НТПМ у процесі алмазного	4,0	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05-05.01/131.00.1/М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 14

	шліфування. Взаємозв'язок вихідних показників шліфування і параметрів робочої поверхні кругів. Оптимізація процесу шліфування.		
6.	<p><b>Робочі процеси різання алмазними лезовими інструментами та інструментами із полікристалічних надтвердих матеріалів та процеси мікрофрезерування інтерметалідів.</b> Характеристики алмазного лезового інструмента. Вплив характеристик алмазів на конструювання та виготовлення лезового алмазного інструмента. Особливості контактних процесів у зоні різання алмазного та неалмазного інструментів. Відмінність стружкоутворення при алмазному точінні по відношенню до процесів звичайного різання. Сили та теплові явища при різанні алмазним лезовим інструментом. Якісні характеристики оброблених деталей при обробці алмазним лезовим інструментом. Особливості фізико-механічних характеристик інструментів оснащених надтвердими нітридами бору (ННБ).</p> <p>Відмінність процесу обробки інструментами з ННБ по відношенню до алмазного інструменту. Основні характеристики процесу різання, переваги та особливості використання. Особливості використання багатолезових різальних інструментів при обробці плоских поверхонь. Конструктивні рішення інструментів, оснащених надтвердими матеріалами, для чистового торцевого фрезерування плоских поверхонь. Розвиток технологій обробки інтерметалідів (матеріалів з пам'яттю форми) методами мікрофрезерування. Особливості фізико-механічних характеристик нітинолів (низька теплопровідність, висока питома теплоємність, низький коефіцієнт ефективний модуль пружності) та вплив геометрії різальних інструментів та режиму різання на процеси мікрорізання та якісні характеристики обробки.</p>	16,0	-
<b>Змістовий модуль 4. Робочі процеси, які базуються на високошвидкісному різанні, та екологічно орієнтованих процесах обробки матеріалів</b>			
7.	<p><b>Робочі процеси, які базуються на високошвидкісному різанні.</b> Поняття про високошвидкісне різання та його реалізація для забезпечення високих технологій. Основні вимоги до технологічних систем для реалізації процесів високошвидкісної обробки. Особливості обробки деталей з різними фізико-механічними характеристиками. Фізичні особливості високошвидкісного різання. Вплив швидкості різання на сили різання, знос інструментів тепловиділення та температуру в зоні різання. Якісні показники процесів обробки.</p>	8,0	-
8.	<p><b>Екологічно орієнтовані процеси обробки матеріалів.</b> Характеристика екологічно орієнтованого виробництва. Основні напрями зниження</p>	6,0	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 15

негативного впливу змащувально-охолоджуючих технологічних середовищ (ЗОТС) на навколишнє середовище. Застосування засобів ефективного знешкодження ЗОТС. Застосування модифікованих та альтернативних ЗОТС. Мінімізація подачі ЗОТС у зону різання та використання у процесах «сухого» різання. Вплив інструментів та виду обробки на потенціал сухого різання. Використання покриттів різальних інструментів у процесах сухого різання. Переваги та особливості процесів тангенціального різання.			
	<b>РАЗОМ</b>	58,0	-

## 7. Індивідуальні самостійні завдання

Індивідуальним самостійним завданням під час вивчення дисципліни «Робочі процеси високих технологій» є виконання аналізу технології обробки деталей на обраному студентом підприємстві, розгляду сучасного стану справ з використанням:

- високих технологій на підприємстві;
- застосування у виробничому процесі CAD, CAM, CAQ систем,
- наукоємних технологій;
- інструментів, оснащених сучасними інструментальними матеріалами;
- процесів високошвидкісної обробки;
- екологічно чистих технологій.

Об'єктом індивідуального завдання може бути конкретна технологія обробки деталі машинобудівних виробництв або виріб машинобудівного виробництва, що характерний для нашого регіону.

Порядок виконання індивідуального завдання:

- аналіз обраної студентом технології обробки деталі;
- аналіз системи планування та підготовки об'єкта виробництва;
- оцінка стану технологічного оснащення та рівня автоматизації процесу обробки;
- внесення можливих змін у технологію обробки з використанням робочих процесів високих технологій;
- внесення пропозицій щодо можливих змін обладнання та систем автоматизації.

Оформлення здійснюється у вигляді презентації, в якій відображаються всі етапи виконання роботи.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 16

## 8. Методи навчання

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання.

Результат навчання	Методи навчання
РН5. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (презентація)</li> <li>– Дослідницький метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, підготовка доповідей, написання тез)</li> </ul>
РН6. Розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Вербальні методи (лекція, пояснення)</li> <li>– Наочні методи (презентація)</li> <li>– Дискусійний метод</li> <li>– Проблемний метод</li> <li>– Методи самостійної роботи (анотування опрацьованого матеріалу, виконання досліджень)</li> </ul>

## 9. Методи контролю

Перевірка досягнення результатів навчання здійснюється з використанням наступних методів.

Результат навчання	Методи контролю
РН5. Самостійно ставити та розв'язувати задачі інноваційного характеру, аргументувати і захищати отримані результати та прийняті рішення.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання практичних завдань</li> <li>– Поточне тестування</li> <li>– Перевірка виконання індивідуальних завдань</li> <li>– Залік</li> </ul>
РН6. Розробляти, виконувати та оцінювати інноваційні проекти з урахуванням інженерних, правових, екологічних, економічних та соціальних аспектів.	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Усне опитування, участь у дискусії, відповіді на проблемні запитання</li> <li>– Перевірка виконання практичних завдань, домашніх завдань</li> <li>– Поточне тестування</li> <li>– Перевірка виконання індивідуальних завдань</li> <li>– Залік</li> </ul>



Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 17

## 10. Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти

Оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Державному університеті «Житомирська політехніка» та розподілу балів, що наведений нижче.

Система оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни включає поточний та підсумковий контроль.

Поточний контроль проводиться для оцінювання рівня засвоєння знань, формування умінь і навичок здобувачів вищої освіти впродовж вивчення ними матеріалу модуля (змістових модулів) навчальної дисципліни. Поточний контроль здійснюється під час проведення навчальних занять.

Підсумковий контроль проводиться для підсумкового оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни. Підсумковий контроль здійснюється після завершення вивчення навчальної дисципліни. Підсумковий контроль проводиться у формі заліку. Процедура складання заліку визначена у Положенні про організацію освітнього процесу у Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Розподіл балів з навчальної дисципліни

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань поточного контролю	100	-
Підсумкова семестрова оцінка	100	-

### Розподіл балів за виконання завдань поточного контролю

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Виконання завдань під час навчальних занять	80	-
Виконання та захист індивідуальних самостійних завдань	20	-

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 18

Виконання науково-дослідної роботи та інших видів робіт (додаткові – заохочувальні бали):		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- участь у студентських предметних олімпіадах, Всеукраїнському конкурсі студентських наукових робіт, грантах, науково-дослідних проектах;</li> <li>- підготовка та публікація наукових статей;</li> <li>- участь у наукових студентських конференціях (написання тези доповідей та презентація доповіді на конференції);</li> <li>- участь у конференціях, семінарах або інших наукових заходах;</li> <li>- презентація інноваційних ідей на тему, що вивчається;</li> <li>- вивчення додаткових інструментів пошуку та інформатизації інженерних рішень.</li> </ul>	до 20	-
Разом за виконання завдань поточного контролю	100	-

#### Розподіл балів за виконання завдань під час навчальних занять

Види робіт здобувача вищої освіти	Кількість балів за семестр	
	денна форма	заочна форма
Відповіді (виступи) на заняттях	10	-
Участь у дискусії	10	-
Виконання поточних тестових завдань	20	-
Виконання та захист практичних завдань	40	-
Разом за виконання завдань під час навчальних занять	<b>80</b>	-

З метою застосування цілих чисел для оцінювання активностей здобувачів вищої освіти під час навчальних занять протягом семестру використовується 100-бальна шкала оцінювання кожного окремо виду робіт. Розрахунок набраних здобувачем вищої освіти балів за виконання завдань під час навчальних занять за семестр проводиться за формулою:

$$P_{НЗ} = (P_{В100} \times ВК_{В} + P_{Уд100} \times ВК_{Уд} + P_{ТЗ100} \times ВК_{ТЗ} + P_{ЗК100} \times ВК_{ЗК}) \times К_{НЗ}, \quad (1)$$

де  $P_{НЗ}$  – кількість набраних здобувачем вищої освіти балів за виконання завдань під час навчальних занять за семестр;

$P_{В100}$ ,  $P_{Уд100}$ ,  $P_{ТЗ100}$ ,  $P_{ЗК100}$  – кількість набраних здобувачем вищої освіти балів за семестр відповідно за відповіді (виступи) на заняттях, за участь у дискусії, за виконання поточних тестових завдань, за виконання та захист завдань, кейсів (кожний окремо вид робіт на навчальних заняттях оцінюється за 100-бальною шкалою);

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 19

$ВК_B$ ,  $ВК_{уд}$ ,  $ВК_{ТЗ}$ ,  $ВК_{ЗК}$  – вагові коефіцієнти відповідно за відповіді (виступи) на заняттях, за участь у дискусії, за виконання поточних тестових завдань, за виконання та захист завдань, кейсів. Значення вагових коефіцієнтів становить:

– для здобувачів денної форми навчання:

$$ВК_B = 10 \div 80 = 0,125;$$

$$ВК_{уд} = 10 \div 80 = 0,125;$$

$$ВК_{ТЗ} = 20 \div 80 = 0,25;$$

$$ВК_{ЗК} = 40 \div 80 = 0,5;$$

$K_{НЗ}$  – коригувальний коефіцієнт. Значення коригувального коефіцієнту становить  $K_{НЗ} = 80 \div 100 = 0,8$ .

Якщо здобувач вищої освіти набрав за поточний контроль 60 балів або більше, він може погодити дану оцінку в електронному кабінеті і вона стане семестровою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни.

Якщо здобувач вищої освіти під час вивчення навчальної дисципліни набрав 60 балів або більше і бажає покращити свій результат успішності, він проходить процедуру підсумкового контролю у формі заліку. За складання заліку здобувач вищої освіти може набрати 100 балів. Семестрова оцінка з навчальної дисципліни формується за результатами підсумкового контролю.

Здобувач вищої освіти допускається до процедури підсумкового контролю у формі заліку, якщо за виконання завдань поточного контролю набрав 50 балів або більше.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав 35-49 балів, він отримує право за власною заявою повторно опанувати окремі теми (змістові модулі) навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми. Повторне вивчення окремих складових навчальної дисципліни понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми, здійснюється у вільний від занять здобувача вищої освіти час.

Якщо здобувач вищої освіти за результатами поточного контролю набрав від 0 до 34 балів (включно), він вважається таким, що не виконав вимоги робочої програми навчальної дисципліни та має академічну заборгованість. Здобувач вищої освіти отримує право за власною заявою повторно опанувати навчальну дисципліну у наступному семестрі понад обсяги, встановлені навчальним планом освітньої програми.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 20

Процедура надання додаткових освітніх послуг здобувачу вищої освіти з метою повторного вивчення навчальної дисципліни чи її окремих складових частин визначена у Положенні про надання додаткових освітніх послуг здобувачам вищої освіти в Державному університеті «Житомирська політехніка».

### Шкала оцінювання

Шкала ЄКТС	Національна шкала	100-бальна шкала
A	Зараховано	90-100
B	Зараховано	82-89
C		74-81
D	Зараховано	64-73
E		60-63
FX	Не зараховано	35-59
F	Не зараховано	0-34

### 11. Глосарій

№ з/п	Термін державною мовою	Відповідник англійською мовою
1	Робочі процеси	Work processes
2	Високі технології	High technologies
3	Обробка різанням	Cutting processing
4	Машинобудування	Engineering
5	Формоутворення	Forming
6	Обробка точінням	Turning processing
7	Промислові підприємства	Industrial enterprises
8	Ефективність виробництва	Efficiency and production
9	Виробничий цикл	Production cycle
10	Продуктивність обробки	Processing productivity
11	Виробництво майбутнього	Manufacturing the future
12	Оптимізація процесі виробництва	Optimization of the production process
13	Інтегроване виробництво	Integrated production
14	Гнучкі виробничі системи	Flexible production systems
15	Автоматизація виробництва	Production automation
16	Високо ефективні процеси	Highly efficient processes
17	Системи постачання	Supply systems

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 21

18	Комп'ютеризоване виробництво	Computerized production
19	Тривалість робочого часу	Duration of working hours
20	Оптимізація високих технологій	Optimization of high technologies
21	Функціональні властивості	Functional properties
22	Тотальне забезпечення якості	Total quality assurance
23	Розмірна обробка	Dimensional processing
24	Технологічна підготовка	Technological training
25	Діагностика систем	Diagnostics of systems
26	Процеси фрезерування	Milling processes
27	Швидкісне різання	High-speed cutting
28	Пластичне деформування	Plastic deformation
29	Досяжна точність	Achievable accuracy
30	Абразивне різання	Abrasive cutting
31	Розробка технології	Technology development
32	Математична модель	Mathematical model
33	Сили різання	Cutting forces
34	Геометричні фактори	Geometric factors
35	Деформації	Strain

## 12. Рекомендована література

### *Основна література*

1. Робочі процеси високих технологій у машинобудуванні: Підручник /А.І. Грабченко, М.В. Верезуб, Ю.М. Внуков, П.П. Мельничук, Г.М. Виговський/; за ред. А.І. Грабченка. – Житомир: ЖДТУ, 2011. – 507 с.

2. Міжнародний збірник наукових праць “Високі технології машинобудування” засновано Національним технічним університетом “Харківський політехнічний інститут” (НТУ “ХПІ”), кафедра "Інтегровані технології машинобудування" імені М. Ф. Семка (Свідоцтво Державного комітету інформаційної політики, телебачення та радіомовлення України КВ №7839 від 08.09.2003).

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 22

3. Підвищення ефективності фрезерної обробки за рахунок використання систем моніторингу динамічних характеристик/ Скоркін А.О., Кондратюк О.Л., Старченко О.П., Камчатна-Степанова К.В. - *Машинобудування*, 2021, №27, С. 76-86.

4. Балицька Н.О. Особливості торцевого фрезерування сплавів Ni-Ti з ефектом пам'яті форми// *Технічна інженерія*. – 2022. – № 2 (90). – С. 3–12.

5. Виговський Г.М., Громовий О.А. Дослідження особливостей зношування різального інструменту при високошвидкісній обробці//*Процеси механічної обробки в машинобудуванні*, 2009.-Випуск 7 .- С.38.

6. Виговський Г.М., Громовий О.А. Особливості процесів стружкоутворення при високошвидкісній обробці//*Вісник Житомирського державного технологічного університету*, 2009. - №3 (50) . - С.6.

7. Новіков М.В., Шепелєв В.О., Клименко С.А., Лаврінєнко В.І. Технології механообробки інструментами з надтвердих матеріалів і твердих сплавів у ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України // *Процеси механічної обробки в машинобудуванні* . – 2005 . – Вип. 2 – с. 91 – 101.

8. Внуков Ю.М., Папашев К.О. Оцінка ефективності використання високошвидкісної обробки під час виготовлення формуютьючих поверхонь прес-форм для виробів типу "решітка"//*Вісник Житомирського державного технологічного університету*, 2003.-2.-№2 (26) .- С. 37.

9. Томашевський О.О., Балицька Н.О., Прилипко О.І. Скінченно-елементне моделювання процесу мікрофрезерування// *Технічна інженерія*. 2024. Вип. 1 (93). С. 81-86.

### *Допоміжна література*

1. Numerical Simulation of Cutting Forces in Face Milling / *H.Vyhovskyi and other* // *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. – 2022. – P. 222–231.

Житомирська політехніка	МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЖИТОМИРСЬКА ПОЛІТЕХНІКА» Система управління якістю відповідає ДСТУ ISO 9001:2015			Ф-20.05- 05.01/131.00.1/ М/ОК9-1-2024
	Випуск	Зміни 0	Екземпляр №1	Арк 23 / 23

2. Anand R.S. Modeling and Simulation of Mechanical Micro-Machining – A Review / R.S. Anand, K.Patra // Machining Science and Technology. – 2014. – Vol. 18, № 3. – P. 323–347. DOI: 10.1080/10910344.2014.925377. Fachtagung Високі технології в машинобудуванні (ISSN 2078-7677) und Tradition – Tagungsband, 45 Jahre Institut Fertigungstechnik und Qualitätssicherung, 15 – 16 Mai, 1998, Magdeburg.

3. Hohe Prozeßsicherheit, hohe Leistung hohe Präzision - 7. Internationales Braunschweiger Feinbearbeitungs - KoHoquium (FBK), 2–4 Mai, 1993, Vulkan – Verlag Essen.

4. INCO-COPERNICUS 96/4070. Coordinateur: Professor A. Mamalis. Complex methods for examination of surface layer features.

5. Jakawa K, Donaldson R.R., Komanduri R., König W., McKeown P.A., Moriwaki T., Stowers J.F. 1991. Ultraprecision Metal Cutting – the Past, the Present und Future. Annals of the CIRP, vol. 40/2/1991.

6. Lean Production. Tagungsband. Band 1 und 2. – Technische Universität Otto von Guericke Magdeburg, 1992.

### 13. Інформаційні ресурси в Інтернеті

1. Високі технології в машинобудуванні (ISSN 2078-7677) - Режим доступу до ресурсу: [http://library.kpi.kharkov.ua/uk/ntu\\_vis\\_teh](http://library.kpi.kharkov.ua/uk/ntu_vis_teh).

2. Високі технології в машинобудуванні: конспект лекцій для студентів спеціальності 131 «Прикладна механіка» / уклад. : В. В. Калініченко. – Краматорськ: ДДМА, 2018. – 111 с. 24. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.dgma.donetsk.ua/docs/kafedry/kmsit/metod>.

3. High-technology aggregations based on SITC Rev. 4. Retrieved from: <http://epp.eurostat.ec.europa.eu> [in English].

4. Krysovatyu, A. I., Zvarych, I. Y., Zvarych, R. Y., Zhyvko, M. A. (2018). Preconditions for the tax environment of a alterglobal development. Comparative Economic Research, 21(4), 139-154 [in English] [https://www.researchgate.net/publication/330121772\\_Preconditions\\_for\\_the\\_Tax\\_Environment\\_of\\_a\\_Alterglobal\\_Development](https://www.researchgate.net/publication/330121772_Preconditions_for_the_Tax_Environment_of_a_Alterglobal_Development).