

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Таврійський державний агротехнологічний університет**  
**імені Дмитра Моторного**

**MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF UKRAINE**  
**Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University**

**МАТЕРІАЛИ V Міжнародної науково-практичної**  
**інтернет-конференції**  
**Розвиток сучасної науки та освіти:**  
**реалії, проблеми якості, інновації**

**MATERIALS of the V International Scientific and**  
**Practical Internet Conference**  
**The development of modern science and education:**  
**realities, problems of quality, innovations**

**29-31 травня 2024**  
**May 29-31, 2024**

## **МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного  
Інститут професійної освіти НАПН України  
Інститут фізики напівпровідників імені В. Є. Лашкарьова НАН України  
Федеральний інститут професійної освіти (ФРН)  
Вища технічна школа в Катовіце (Польща)  
Люблінська політехніка (Польща)  
Європейський інститут безперервної освіти (Словацька Республіка)  
Технічний університет Дортмунда (ФРН)  
ЗАТ «Національний центр ядерних досліджень» Міністерства транспорту, зв'язку  
та високих технологій Азербайджанської республіки  
(Азербайджанська Республіка)  
Маріямпольська колегія (Литва)

## **РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ ТА ОСВІТИ: РЕАЛІЇ, ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ, ІННОВАЦІЇ**

### **МАТЕРІАЛИ**

## **V МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

*29-31 травня 2024 року*

**Запоріжжя – 2024**

УДК [001+37]: 001.895] (043.2)  
Т13

**Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації:**  
матеріали V Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 29-31 травня  
2024 р.) / ТДАТУ; за наук. ред. С. В. Кюрчев, В. О. Радкевич, В. М. Кюрчев та ін.  
Запоріжжя : ТДАТУ, 2024. 576 с.

Рекомендовано до друку Вченою радою  
Таврійського державного агротехнологічного  
університету імені Дмитра Моторного  
(протокол №10 від 28.05.2024 р.)

Збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної інтернет-конференції  
«Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації» вміщує  
результати наукових досліджень науковців, наукових співробітників, викладачів,  
здобувачів різних рівнів вищої освіти, вчителів з актуальних проблем гуманітарних,  
природничо-математичних і технічних наук. Напрямки роботи конференції:  
актуальні питання та проблеми фізико-математичних наук; інновації та  
закономірності розвитку технічних наук; перспективні напрями наукових досліджень  
з біосистемної агроінженерії, агротехнологій та агроекології; реалізація STEM-  
освіти: стан, шляхи та перспективи; використання інноваційних технологій в  
освітньому процесі в умовах сучасних викликів.

**Редакційна колегія:**

**Кюрчев С. В.** – доктор технічних наук, професор;

**Радкевич В. О.** – доктор педагогічних наук, професор, дійсний член (академік)  
НАПН України;

**Кюрчев В. М.** – доктор технічних наук, професор, лауреат Державної премії  
України в галузі науки і техніки, член-кореспондент НААН України, Заслужений  
працівник освіти України;

**Кідалов В. В.** – доктор фізико-математичних наук, професор, Заслужений діяч  
науки і техніки України;

**Тітова О. А.** – доктор педагогічних наук, професор;

**Дьоміна Н. А.** – кандидат технічних наук, доцент;

**Дяденчук А. Ф.** – кандидат технічних наук, доцент.

Відповідальність за грамотність, автентичність цитат, достовірність фактів і  
посилань, зміст тез несуть автори публікацій. Матеріали видані в авторській редакції.

## ЗМІСТ

### СЕКЦІЯ 1. АКТУАЛЬНІ ПИТАННЯ ТА ПРОБЛЕМИ ФІЗИКО- МАТЕМАТИЧНИХ НАУК

<b>Микола Шут, Тарас Січка, Людмила Благодаренко.</b> Впровадження результатів досліджень властивостей полімерних композитів в освітній процес з фізики..... .....	13
<b>Олексій Капустян, Юлія Федоренко, Дмитро Безущак.</b> Граничні множини імпульсних нескінченновимірних динамічних систем.....	20
<b>Олександр Станжицький, Вікторія Цань.</b> Дослідження дисипативності систем динамічних рівнянь на часових шкалах з малою функцією зернистості..... .....	24
<b>Ніна Касімова.</b> Розв'язність задачі оптимального керування в коефіцієнтах для нелінійної виродженої параболічної варіаційної нерівності (Solvability Issue for Optimal Control Problem in Coefficients for Non-Linear Degenerate Parabolic Inequality) ..... .....	29
<b>Фарход Асроров, Олег Перегуда.</b> Інтегральні множини розривних динамічних систем..... .....	33
<b>Віктор Сорич, Ніна Сорич.</b> Нові можливості знаходження верхніх меж найкращих наближень..... .....	38
<b>Кирило Бондаренко, Ольга Кічмаренко.</b> Наближений розв'язок задачі оптимального керування для рівняння з похідною хукухари зі швидкоколивними коефіцієнтами на скінченному інтервалі.....	43
<b>Grygoriy Petryna, Andrii Stanzhytskyi.</b> On the Approximation of Stochastic Systems with Delay..... .....	49
<b>Оксана Федунік -Яремчук.</b> Колмогоровські поперечники класів	51



періодичних функцій багатьох змінних у просторі.....	
<b>Elena Shornikova.</b> Magnetooptics of colloidal nanocrystals.....	56
.....	
<b>Олена Дереза.</b> Розробка керуючої програми обробки деталі «підстава».....	57
<b>Данііл Вічорський.</b> Сплайн інтерлінація та її місце в сучасному науковому просторі.....	63
.....	
<b>Олександр Рапчинський.</b> Математичні моделі протікання та лікування онкологічних хвороб.....	66

## СЕКЦІЯ 2.

### ІННОВАЦІЇ ТА ЗАКОНОМІРНОСТІ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНИХ НАУК

<b>Chichek Abbasova, Юрій Бачеріков, Ольга Охріменко, Валерій Кідалов, Володимир Батурін, Олександр Карпенко, Альона Дяденчук, Олександр Коломис, Віктор Стрельчук, Зоя Максименко, Валентина Пономаренко.</b> Формування плівок ZnO на підкладках SiC/porous-Si/Si....	73
<b>Микола М. Ткачук, Олена Зінченко, Андрій Грабовський, Володимир Сєриков, Микола А. Ткачук, Наталя Дьоміна, Ірина Гречка.</b> Варіаційні постановки задачі про контактну взаємодію тіл близької форми.....	79
...	
<b>Євген Гавриленко.</b> Використання системи MASTERCAM при створенні програмного забезпечення токарних верстатів з ЧПУ для виконання допоміжних технологічних операцій.....	84
<b>Альона Дяденчук, Сергій Носань.</b> Моделювання та оптимізація сонячних елементів CdS/CdTe з одношаровими антивідбивними покриттями.....	92
..	

<b>Олександр Вершков, Олександр Мацулевич, Олена Дереза.</b> Загальні налаштування системи MASTERCAM для виконання завдань з розробки управляючих програм токарної обробки валів.....	98
.....	
<b>Олена Дереза.</b> Розробка керуючої програми обробки деталі типу тіла обертання.....	104
<b>Галина Антонова, Олена Михайленко, Андрій Чаплінський.</b> Методика розробки програмного забезпечення виконання різьбонарізних операцій в системі MASTERCAM з розробкою постпроцесора для верстата з ЧПУ.....	110
.....	
<b>Олександр Романюк, Євген Завальнюк.</b> Метод зворотного трасування промені	
В.....	119
<b>Валерій Кравченко.</b> Моделювання системи варіантів використання ПК автоматизації проектування клинопасових передач.....	125
<b>Валерій Кравченко, Данило Решевський.</b> Моделювання системи аналізу зображень з використанням нейронних мереж.....	129
.....	
<b>Олександр Вовк, Сергій Квітка.</b> Збереження роботоздатності трифазних асинхронних двигунів при обриві фази джерела живлення.....	133
<b>Людмила Нечволода, Катерина Крикуненко, Микита Багач.</b> Технічний аналіз фінансових ринків з використанням бібліотеки TA-LIB (technical analysis library)	
.....	139
<b>Сергій Квітка, Олександр Вовк.</b> Пристрій захисту групи асинхронних двигунів від теплових перевантажень.....	143
<b>Наталія Євтушенко, Наталія Твердохлєбова.</b> Інноваційні освітні технології системи професійної інженерної освіти.....	148

<b>Тетяна Воробкало, Олексій Воробкало.</b> Моделювання радіотехнічних сигналів та процесів в часовій області в програмі MATHCAD .....	152
<b>Наталія Кондрат'єва, Вікторія Леонт'єва, Карина Мажай, Геннадій Усатенко, Антон Гусєв.</b> Інструменти візуалізації систем даних складної системи.....	156
<b>Вікторія Леонт'єва, Наталія Кондрат'єва, Василь Свириденко, Геннадій Касапов, Денис Лаур.</b> Розробка веб-сайту на основі фреймворка Laravel для створення форми реєстрації на уявну конференцію.....	166
...	
<b>Юлія Олейникова.</b> Керування маркетинговою діяльністю транспортного підприємства в процесі інноваційного розвитку.....	173

### СЕКЦІЯ 3.

#### ПЕРСПЕКТИВНІ НАПРЯМИ НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З БІОСИСТЕМНОЇ АГРОІНЖЕНЕРІЇ, АГРОТЕХНОЛОГІЙ ТА АГРОЕКОЛОГІЇ

<b>Svitlana Tsekhmistrenko, Volodymyr Bityutskyu, Yuliia Melnychenko, Olga Shulko.</b> Harnessing the potential of nanoparticles for innovative green nanotechnologies in agroecology.....	176
.....	
<b>Микола Данченко, Данііл Майборода, Олена Данченко.</b> Онтогенетичні особливості вмісту фенольних сполук у вівсі посівному....	181
<b>Олександр Мацулевич, Галина Антонова.</b> Автоматизація процесу проектування робочих поверхонь кулачків верстатів деревопереробної промисловості.....	186
.....	
<b>Олександр Мацулевич, Ілля Тетервак.</b> Застосування системи TECHNOLOGI CS для проектування автоматизованої системи ведення технічної документації на підприємстві сільськогосподарського машинобудування.....	192
..	
<b>Олександр Вершков, Галина Антонова.</b> Автоматизована система проектування технологічного оснащення для виготовлення вузлів та агрегатів сільськогосподарських машин.....	199

### СЕКЦІЯ 4.

#### РЕАЛІЗАЦІЯ STEM-ОСВІТИ: СТАН, ШЛЯХИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ

<b>Регіна Андрюкайтене, Каріна Олексенко, Альона Дяденчук.</b> Інтеграція штучного інтелекту в освітній процес: переваги та етичні аспекти.....	206
<b>Ольга Гулай, Микола Матич.</b> Можливості використання CHATGPT і GEMINI в освітньому процесі.....	211
<b>Володимир Кувачов, Анастасія Коноваленко.</b> 10 етапів дистанційного забезпечення процесу технічної творчості здобувачів вищої освіти з	216

використання інструментів STEM..... .....	
<b>Віталій Ачкач, Юліана Савкіна.</b> Дослідницька діяльність старшокласників на уроках математики під час війни..... .....	222
<b>Наталя Дьоміна, Василь Кравець.</b> Спрямованість навчання в контексті STEM-освіти..... .....	227
<b>Сергій Сімченко, Світлана Морозова, Ілона Сімченко, Станіслав Капінус.</b> Використання великих мовних моделей в освіті та дослідницькій діяльності..... .....	231
<b>Марина Грисенко, Дар'я Іванова.</b> Впровадження STEM-проектів у вивченні математики: вплив на досягнення учнів..... .....	237
<b>Наталія Кочаток, Олена Шамралюк.</b> STEM-підхід у підготовці кваліфікованих робітників..... .....	240
<b>Альона Дяденчук.</b> Використання Microsoft Excel у підтримці процесу викладання фізики для здобувачів вищої освіти..... .....	245
<b>Олександр Мацулевич, Олена Михайленко.</b> Комплексний метод визначення характеристики кольору по кольоровому контрасту при вивченні курсу «Графічний дизайн»..... .....	250
<b>Назар Третяк.</b> Застосування технології віддалених робочих столів в навчальному процесі..... .....	255
<b>Ольга Зінов'єва.</b> Використання сучасних геоінформаційних систем в професійній підготовці здобувачів вищої освіти..... .....	261
<b>Лариса Шинкура.</b> Перспективи використання штучного інтелекту для покращення викладання математики у фаховому коледжі.....	265
<b>Лариса Карпенко.</b> Використання QR кодів при викладанні математики	269

в закладах фахової передвищої освіти.....	
.....	
<b>Денис Шалатов.</b> Розвиток продуктивного мислення із застосуванням фокус-прикладу з фізики.....	275
<b>Ігор Жабровець.</b> Основні тенденції впровадження концепції STEM у освітньому процесі.....	280
.....	
<b>Данило Гончаров.</b> Штучний інтелект в освіті.....	284
.....	
<b>Дар'я Кузнєцова.</b> Реалізація дидактичного принципу виховання здорової особистості на уроках математики.....	287
.....	

## СЕКЦІЯ 5.

### ВИКОРИСТАННЯ ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ В УМОВАХ СУЧАСНИХ ВИКЛИКІВ

<b>Валентина Радкевич.</b> Технологічні аспекти розвитку професійної освіти в повоєнний період.....	29
.....	2
<b>Людмила Благодаренко, Сергій Василенко.</b> Використання методів візуалізації в освітньому процесі з фізики як чинник підвищення рівня засвоєння знань	29
.....	8
<b>Олександр Радкевич.</b> Перспективи інтеграції штучного інтелекту в процеси оцінювання професійної діяльності педагогів.....	30
.....	3
<b>Олена Тітова.</b> Удосконалення інклюзивної компетентності викладача фахового коледжу в умовах сучасних викликів.....	30
.....	9
<b>Валентина Попова.</b> Соціальний ефект інноваційних технологій у освітньому процесі: вимірювання та оцінювання.....	31
.....	5
<b>Микола Пригодій.</b> Психолого-педагогічні проблеми використання	32

цифрових освітніх платформ.....	2
<b>Андрій Гуржій, Микола Пригодій.</b> Аналіз ринку віртуальних навчальних лабораторій.....	32
....	7
<b>Олена Тітова.</b> Інноваційність професійного діяльності педагога: аналіз зарубіжного досвіду.....	33
.....	2
<b>Людмила Єршова.</b> Особливості соціогуманітарної підготовки майбутніх фахівців для повоєнного відновлення України.....	33
.....	8
<b>Вікторія Кручек.</b> Вплив змішаного навчання на мотивацію здобувачів освіти.....	34
.....	4
<b>Андрій Каленський.</b> Сучасні педагогічні технології в освітньому процесі екологічної підготовки фахівців аграрної галузі.....	35
.....	0
<b>Віталій Ачкан, Ольга Лихацька.</b> Засоби формування мовленнєвої компетентності старшокласників на уроках математики....	35
.....	5
<b>Анна Остапенко.</b> Характеристики програм самоосвіти для викладачів науково-технічної освіти.....	36
.....	0
<b>Ірина Мося, Петро Лузан.</b> Технологія оцінювання якості підготовки фахівців у коледжах аграрного профілю.....	36
.....	5
<b>Михайло Повідайчик, Оксана Повідайчик.</b> Організація навчання через дослідження в процесі професійної підготовки майбутніх вчителів математики.....	37
.....	0
<b>Оксана Лапа.</b> Розвиток професійних навичок практичного психолога закладу професійної (професійно-технічної) освіти у воєнний час.....	37
.....	6

<b>Наталія Євтушенко, Ольга Пономаренко, Ольга Сухенко.</b> Application of Digital Technologies in Activity Educational Institutions of Higher Technical Education.....	38
.....	0
<b>Юлія Холодняк.</b> Інформаційні системи та технології в освіті: сучасні тренди та виклики.....	38
.....	4
<b>Олександр Гуменний.</b> Інтеграція інноваційних технологій у навчання токарів: застосування цифрової навчальної платформи.....	38
.....	9
<b>Тетяна Пятничук.</b> Особливості використання кейс-методу у професійній підготовці будівельників.....	39
.....	3
<b>Олександр Мацулевич.</b> До питань обмеження вільного доступу до інформаційних ресурсів при виконанні лабораторних робіт з комп'ютерних дисциплін.....	39
...	7
<b>Наталія Твердохлєбова, Наталія Євтушенко.</b> Використання інструментів цифровізації при підготовці фахівців галузі «Охорона праці».....	40
.....	2
<b>Ольга Швай.</b> Дуальна освіта як ефективна форма підвищення якості підготовки майбутніх вчителів математики.....	40
.....	6
<b>Олександр Вершков, Олена Дереза.</b> Актуальні проблеми сучасного виховання студентської молоді.....	41
.....	0
<b>Олександр Мацулевич.</b> Підготовка фахівців з розробки та впровадження автоматизованих систем проектування.....	41
.....	6
<b>Інна Гриценюк.</b> Механізми зворотного зв'язку в консультуванні здобувачів професійної освіти з питань молодіжного підприємництва.....	42
.....	2
<b>Валерій Кравченко.</b> Моделювання системи оцінки якості самостійної роботи студентів професії комп'ютерні науки в умовах сучасних	42
.....	8



викликів.....	
.....	
<b>Тетяна Поведа, Руслан Поведа.</b> Колоквіум як інтерактивна форма вивчення навчальних фахових дисциплін в умовах підготовки майбутнього вчителя фізики.....	43
.....	5
<b>Ольга Єршова.</b> M-LEARNING як інструмент онлайн освіти: проблеми та можливості для України.....	44
.....	1
<b>Микола-Олег Єршов.</b> Дошкільна IT-освіта в цифровій гуманістичній педагогіці XXI століття.....	44
.....	6
<b>Наталія Ваніна.</b> Інновації як чинник соціально-економічної ефективності консультування з молодіжного підприємництва.....	45
.....	2
<b>Оксана Субіна.</b> Моніторинг якості змішаного навчання в системі професійної освіти.....	45
.....	8
<b>Олена Пшенична, Геннадій Циммерман, Максим Шпак.</b> До питання коригування складових підготовки майбутніх вчителів інформатики відповідно до викликів сьогодення.....	46
.....	4
<b>Андрій Сабо.</b> Можливі шляхи підвищення долі процедурної складової в інженерній освіті.....	47
.....	1
<b>Андрій Сабо, Сільвія Сабо.</b> Використання інструктивних карток у дистанційному навчанні.....	47
.....	7
<b>Валерій Байдулін.</b> Актуальні питання інформатизації кар'єрного зростання майбутніх спеціалістів та молодих підприємців.....	48
.....	2
<b>Дар'я Вороніна-Пригодій.</b> Підготовки педагогів професійного навчання до використання соціальних медіа.....	48
.....	7

<b>Костянтин Васишин, Ольга Митцева.</b> Математичне моделювання у освітніх програмах студентоцентрованого навчання в Україні.....	49 3
<b>Олександр Макаренко, Тетяна Несторенко, Олександр Несторенко.</b> Сценарії релокації університетів з прифронтових територій в умовах воєнного стану.....	49 9
<b>Алла Ільєнко, Єва Проніна.</b> Внутрішньо-корпоративні комунікації в організації та заходи щодо їх покращення.....	50 4
<b>Ольга Чабаненко.</b> Супервізія як метод професійного зростання педагога.....	50 9
<b>Руслан Шевченко.</b> Інформаційне моделювання як засіб розвитку пізнавальної активності учнів.....	51 3
<b>Сергій Кулешов.</b> Virtual Laboratories in the Process of it Bachelors Training.....	51 8
<b>Данило Сиволап.</b> Сутність професійної культури керівників структурних підрозділів підприємств поштового зв'язку.....	52 2
<b>Кирило Колесников.</b> Використання інформаційних технологій у майбутніх фахівців фізичної культури і спорту до фізкультурно-спортивної реабілітації засобами фітнес-технологій.....	52 8
<b>Ксенія Яцина.</b> Роль куратора у формуванні професійно-ціннісних орієнтацій майбутніх агротехніків.....	53 5
<b>Валентин Гайчук.</b> Інформаційні технології в процесі формування готовності до комунікативної взаємодії майбутніх графічних дизайнерів....	53 8
<b>Антон Лавошник.</b> Аналіз методик формування підприємницької компетентності у слухачів курсів підвищення кваліфікації в центрах	54 3

зайнятості.....	
...	
<b>Юлія Єршова.</b> Соціогуманітарна складова вищої освіти в Україні.....	54 8
<b>Анастасія Слободянік.</b> Стартап-ініціатива зі створення інклюзивних технологічних рішень в умовах сучасних викликів.....	55 3
.....	
<b>Ярослав Мілька.</b> Цифрова гуманітаристика: використання технологій у дослідженні та збереженні культурної спадщини.....	55 8
.....	
<b>Марина Ніколаєнко.</b> Просування творчості студентів у Інстаграмі як складник бренду закладу вищої освіти.....	56 2
.....	
<b>Максим Різник.</b> Використання проєктів як ефективного підходу до викладання інформатики.....	56 7
<b>Іван Лут.</b> Мережа «Інстаграм» як засіб формування і просування екокультури.....	57 0
.....	

УДК 004.822: 621.941

**Олена Дереза**, кандидат технічних наук, доцент,  
доцент кафедри інженерної механіки та комп'ютерного проектування,  
Таврійський державний агротехнологічний університет  
імені Дмитра Моторного, м. Запоріжжя, Україна

## РОЗРОБКА КЕРУЮЧОЇ ПРОГРАМИ ОБРОБКИ ДЕТАЛІ ТИПУ ТІЛА ОБЕРТАННЯ

**Анотація.** Стаття розглядає важливість підготовки керуючих програм для верстатів з числовим програмним керуванням (ЧПК) у процесі технологічної підготовки виробництва. Наведено приклад сучасного методу моделювання токарних робіт за допомогою програми Inventor CAM. Використання додатків САМ програм САПР дозволяє пришвидшити роботу та перевірити відповідність згенерованої траєкторії інструменту.

**Ключові слова:** керуюча програма, САМ-система, програмування, токарна обробка, постпроцесор.

**Abstract.** The article considers the importance of preparing control programs for numerically controlled machines (NCM) in the process of technological preparation of production. An example of a modern method of modeling turning works using the Inventor CAM program is given. The use of CAM applications of CAD programs allows you to speed up work and check the compliance of the generated tool path.

**Key word:** control program, CAM system, programming, turning processing, post processor.

З появою комп'ютеризованих засобів зв'язку з'явилися нові інформаційно технологічні комунікації, які створюють в усіх сферах людської діяльності сучасні життєві ситуації. Майбутні фахівці повинні вміти користуватися готовими пакетами прикладних програм, застосовувати їх при вирішенні інженерних та наукових задач [1, 2, 5].

Сучасний етап розвитку техніки характеризується надзвичайно швидкою зміною моделей продукції, що випускається. Основу технологічного обладнання будь-якого сучасного машинобудівного підприємства для виготовлення продукції складають верстати з числовим програмним керуванням (ЧПК).

ЧПК-верстати дозволяють досягти великої точності та швидкості виготовлення деталей, що робить їх невід'ємною частиною сучасного виробництва. Програмне забезпечення використовується для створення програм,

які вказують верстатам з ЧПК як обробляти матеріали. Сучасні САПР-системи дозволяють інженерам створювати складні 3D-моделі, які можуть бути безпосередньо імпортовані в програмне забезпечення ЧПК [7]. Принципи їхньої роботи, технічні можливості та інновації забезпечують постійне вдосконалення цієї технології.

Підготовка керуючих програм для верстата з ЧПК – один з найбільш відповідальних і трудомістких етапів технологічної підготовки виробництва. Все більш актуальним стає застосування для розроблення програм різних систем автоматизованого проєктування (САПР), що різко підвищують їх якість і скорочують терміни підготовки виробництва [2, 3].

Верстати з ЧПК відіграють ключову роль у виробництві металевих деталей, надаючи виробництву велику гнучкість та точність. У галузі деревообробки вони забезпечують виняткову можливість для створення складних та неповторних дерев'яних виробів.

Для розробки керуючої програми для верстата з ЧПК необхідно розробити технологічний процес, у якому буде відображена послідовність обробки деталі.

Загальний алгоритм розробки керуючої програми:

- створення тривимірної моделі деталі та заготовки й передача моделі у систему розробки керуючих програм;
- створення траєкторій обробки необхідних поверхонь деталі;
- перетворення керуючої програми у коди верстата;
- завантаження керуючої програми.

Токарна обробка використовується для виготовлення ротаційних, як правило, осе симетричних деталей, які мають багато особливостей. Більшість токарних робіт сьогодні моделюється за допомогою комп'ютера для спостереження за процесом токарної обробки. Використовуючи Inventor CAM, можна пришвидшити роботу завдяки спеціальним функціям у програмному забезпеченні, а функція моделювання дозволяє перевірити, чи згенерована

траєкторія інструменту відповідає призначенню. Операція моделювання починається з першого вибору операцій у веб-переглядачі САМ.

Перший крок для проєкту програмування є налаштування орієнтації моделі деталі типу тіла обертання й вибір виду заготовки для успішного програмування траєкторії інструменту (рис. 1). Налаштування допомагає встановити основні робочі умови для програмування ЧПК.

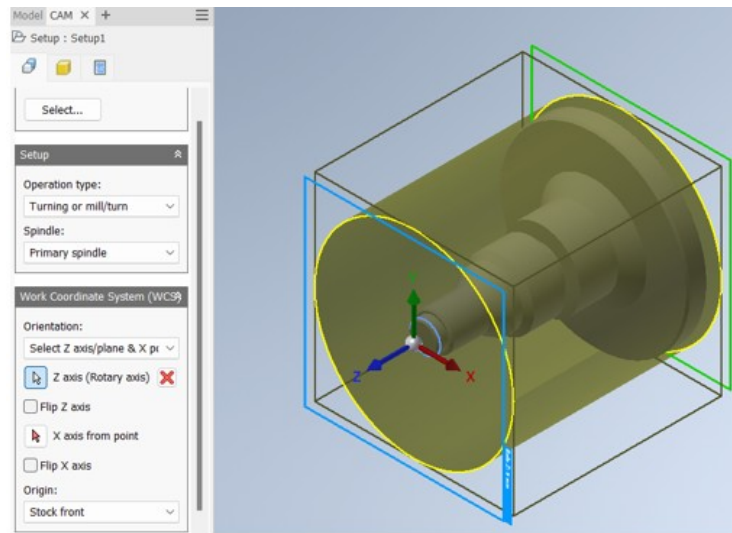


Рис. 1. Налаштування моделі деталі типу тіла обертання

Основні кроки для визначення налаштування:

- вибрати тип операції для програмування;
- встановити орієнтацію осей, вибравши грань або край;
- вибрати початок осей і початкову точку;
- визначити розмір і форму заготовки;
- встановити робоче зміщення для використання на машині.

Для обробки циліндричних деталей створюється програмування токарних операцій для верстатів з ЧПК. Оброблювані поверхні зазначаються технологом на моделі деталі в інтерактивному режимі роботи з САМ-системою.

Під час запуску команди на розрахунок траєкторії інструменту ці поверхні апроксимуються із заданою точністю елементарними плоскими фігурами, після

чого траєкторія обробки будується з урахуванням апроксимованої моделі поверхонь, моделі інструменту та вибраної технології обробки.

У процесі симуляції система використовує модель вихідної заготовки, модель різального інструменту й розраховану траєкторію. Під час переміщення інструменту імітується процес видалення матеріалу заготовки, тобто процес обробки. При робочих ходах центральна точка переміщається по еквідистанті до заданого контуру обробки, а при допоміжних – по довільному, бажано найкоротшому, шляху. Контур розбивається на базові геометричні елементи – відрізки і дуги, положення яких задаються розрахунковими значеннями координат базових точок у деякій базовій системі координат. Для об'ємної обробки переміщення по третій координаті звичайно розбивають на ряд проходів, кожний з яких представляється плоскою кривою. Програма за допомогою додатка САМ сама пропонує оптимальну траєкторію руху інструмента при обробці моделі (рис. 2). Таким чином, процес програмування містить у собі і багато оптимізаційних задач, рішення яких помітно підвищує ефективність виробництва.

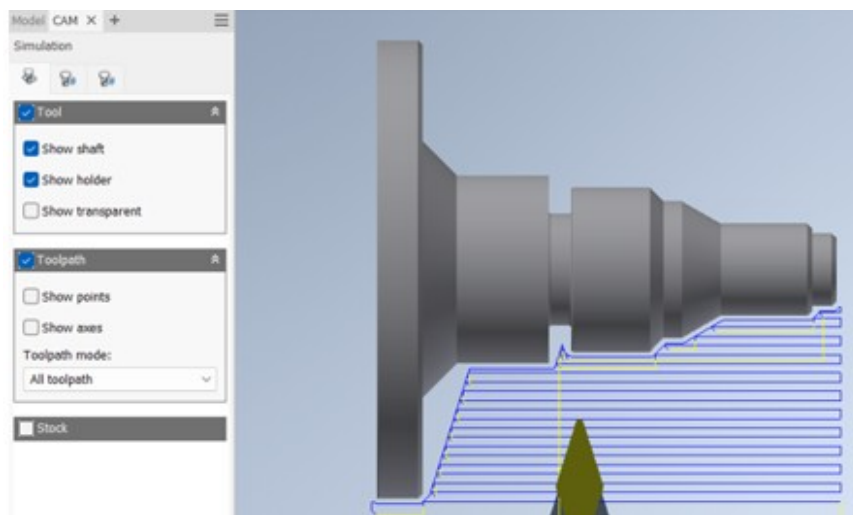


Рис. 2. Згенерована траєкторія руху інструмента при токарній обробці

Для перетворення зображення траєкторії переміщення інструменту на екрані в мову для конкретного верстата ЧПК використовується постобробка, яка виконується постпроцесором. Постпроцесор відповідає за виведення потрібного

коду NC. Як правило, це мова G-Code, навіть якщо верстати використовують варіанти цього формату G-коду для систем керування.

Після постобробки отримана керуюча програма у вигляді NC файлу автоматично відкривається в Autodesk HSM Edit. За допомогою редактора можна редагувати, перевіряти та передавати програму на верстат з ЧПК (рис. 3).

Симуляція дозволяє технологу оцінити лише правильність траєкторії руху інструменту в цілому, але не забезпечує перевірку точності виконаної обробки. Для такої перевірки використовують інший механізм, що одержав назву верифікації та ґрунтується на порівнянні вихідної (конструкторської) 3D-моделі деталі з моделлю деталі, отриманою в результаті обробки.

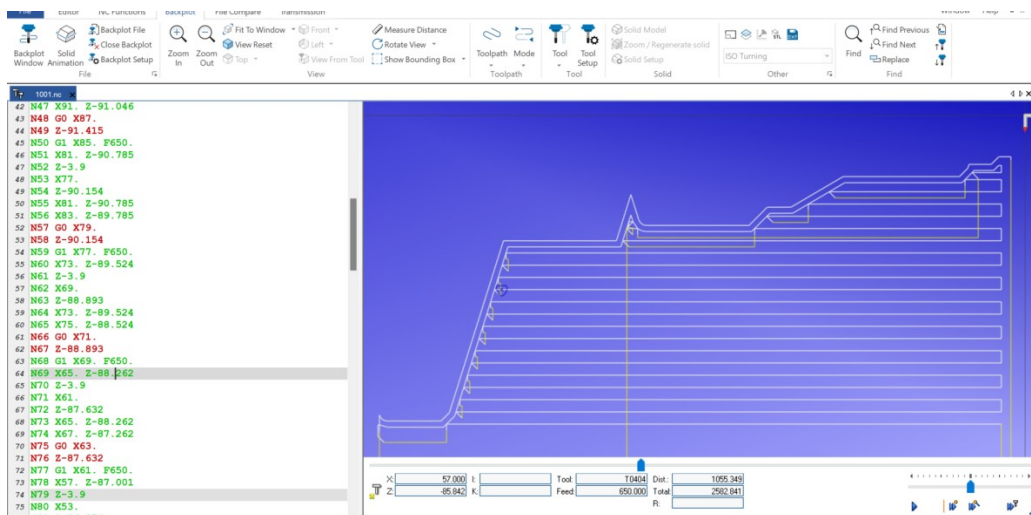


Рис. 3. Відкритий файл NC у редакторі Autodesk HSM Edit

Результати порівняння видаються на екран комп'ютера у вигляді колірної карти відхилень розмірів обробленої деталі від номіналу, де кожен із діапазонів відхилень виділяється заданим кольором. Для зазначення на деталі певної точки виводиться цифрова інформація про відхилення розмірів у цій точці.

У світі виробництва, де точність, ефективність та автоматизація стають ключовими факторами успіху, ЧПК-верстати визнані важливим інструментом. Їхнє значення у виробництві необхідно визнати як критичний елемент для досягнення високої якості продукції та оптимізації виробничих процесів.



### Список використаних джерел

1. Гавриленко Є., Чаплінський А. Використання сучасних САД-систем при підготовці фахівців технічних спеціальностей. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: Матеріали III Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 30 вересня 2022 р.). Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. С. 312-316.
2. Дереза О. О., Дереза С. В. Моделювання механічних передач. *Науковий вісник ТДАТУ*. 2020. Вип. 10, том 1. № 30.
3. Olena Dereza, Illia Tetervak Technical means for design. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: матеріали III Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 30 вересня 2022 р.). Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. С. 143-149.
4. Мацулевич О., Гавриленко Є. Дослідження питань взаємозв'язку між двовимірними і тривимірними моделями поверхонь геометричних об'єктів. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: матеріали III Міжнар. наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 30 вересня 2022 р.). Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. С.130-135.
5. Холодняк Ю.В. Використання систем автоматизованого проектування при вивченні інженерних дисциплін. *Розвиток сучасної науки та освіти: реалії, проблеми якості, інновації*: матеріали III Міжнародної наук.-практ. інтернет-конф. (м. Запоріжжя, 30 вересня 2022 р.). Запоріжжя: ТДАТУ, 2022. С. 386-390 с.
6. ЧПУ-верстати: майбутнє обробки. URL: <https://vorobus.com/2023/11/chpu-verstaty-maybutnie-obrobky.html> (дата звернення 03.05.2024).

**Наукове видання**

**МАТЕРІАЛИ**

**V МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВО-ПРАКТИЧНОЇ  
ІНТЕРНЕТ-КОНФЕРЕНЦІЇ**

**РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ НАУКИ ТА ОСВІТИ:  
РЕАЛІЇ, ПРОБЛЕМИ ЯКОСТІ, ІННОВАЦІЇ**

**(м. Запоріжжя, 29-31 травня 2024 р.)**

Відповідальний за випуск: Н. А. Дьоміна  
Дизайн і верстка: А. Ф. Дяденчук, А. А. Іванченко

Адреси для листування:  
69006, Україна, Запорізька обл., м. Запоріжжя, пр. Соборний, 226  
E-mail: [vmf@tsatu.edu.ua](mailto:vmf@tsatu.edu.ua)  
Сайт конференції: <https://sites.google.com/tsatu.edu.ua/mvfconf>