

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВТОМОБІЛЬНО-ДОРОЖНІЙ  
УНІВЕРСИТЕТ

Центр освітніх послуг

ЗАТВЕРДЖЕНО

рішенням Вченої ради ХНАДУ

протокол № 92/26 від « 15 » вересня 2026р.

Голова Вченої ради ХНАДУ

 / Ілля ДМИТРІЄВ

ПРОГРАМА

підвищення кваліфікації

«STEM-лабораторія сучасних 3D-технологій та цифрового виробництва»

Обсяг: 180 годин / 6 кредитів ЄКТС

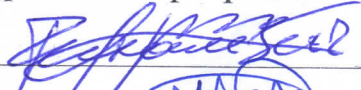
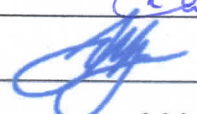
Харків – 2026

# ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

Програми підвищення кваліфікації

«STEM-лабораторія сучасних 3D-технологій та цифрового виробництва»

Розробники програми

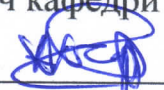
 /Микола МИХАЛЕВИЧ /  
 /Олексій ВОРОПАЙ /  
 /Павло ЄГОРОВ/  
 /Олександр ЧЕРНІКОВ/

« 2 » вересня 2026 р.

Розглянуто на засіданні кафедри ДМ та ТММ

Протокол № 1/26 від « 2 » вересня 2026 р.

Завідувач кафедри

 /Олексій ВОРОПАЙ /

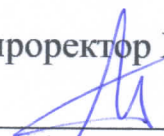
« 2 » вересня 2026 р.

Директор Центру освітніх послуг

 /Оксана КУДРЯВЦЕВА /

« 21 » вересня 2026 р.

Перший проректор ХНАДУ

 /Михайло ШУЛЯК /

« 21 » вересня 2026 р.

## ПРОФІЛЬ ПРОГРАМИ

| Показник                              | Характеристика                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Назва програми                        | STEM-лабораторія сучасних 3D технологій та цифрового виробництва                                                                                                                                                                                                  |
| Шифр програми                         | ПК-ПіНПП-STEM-02/2026                                                                                                                                                                                                                                             |
| Вид / тип програми                    | Програма підвищення кваліфікації педагогічних працівників закладів загальної середньої освіти та викладачів ВНЗ                                                                                                                                                   |
| Цільова група                         | Педагогічні працівники закладів загальної середньої освіти STEM-напряму в межах «Профільної» реформи старшої школи, особи, відповідальні за створення та супровід STEM-лабораторій, викладачі ВНЗ та всі зацікавлені особи, які відповідають передумовам навчання |
| Передумови навчання                   | Наявність професійної або вищої освіти та досвіду професійної діяльності; базові навички роботи з персональним комп'ютером                                                                                                                                        |
| Обсяг програми                        | 180 годин / 6 кредитів ЄКТС                                                                                                                                                                                                                                       |
| Тривалість та організація навчання    | До 16 тижнів; модульна організація; графік визначається ХНАДУ залежно від форми навчання                                                                                                                                                                          |
| Форма навчання                        | Дистанційна                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Мова викладання                       | Українська                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Замовник програми / освітньої послуги | Школи, ВНЗ або відкритий набір                                                                                                                                                                                                                                    |
| Професійна потреба / проблема         | Необхідність набуття навичок 3D-моделювання, використання пристроїв для швидкого прототипування, а також організації цифрового виробництва з метою стимулювання розвитку творчого потенціалу учнів та студентів.                                                  |
| Напрямок підвищення кваліфікації      | Цифрові технології: 3D-моделювання та цифрове виробництво                                                                                                                                                                                                         |
| Мета програми                         | Розвинути у слухачів курсу здатність здійснювати раціональний вибір обладнання для облаштування лабораторій цифрового виробництва та навичок 3D-моделювання, використання та обслуговування цього обладнання                                                      |
| Основні компетентності                | Обізнаність щодо сучасних технологій, обладнання та сировини для цифрового виробництва, компетентність у виборі, експлуатації та обслуговуванні такого обладнання, створенні керуючих програм.                                                                    |
| Форми підсумкового контролю           | Індивідуальні практичні завдання, тестування                                                                                                                                                                                                                      |
| Документ про підвищення кваліфікації  | Свідоцтво ХНАДУ про підвищення кваліфікації                                                                                                                                                                                                                       |
| Розробники                            | Михалевич М. Г., д.т.н., професор, заступник ректора (проректор) з науково-педагогічної роботи;<br>Воропай О. В., д.т.н., професор, зав. каф. деталей машин та теорії механізмів і машин;                                                                         |

|                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|---------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                     | <p>Єгоров П.А., к.т. н., доцент, каф. деталей машин та теорії механізмів і машин;</p> <p>Черніков О. В., д.т.н., професор, професор каф. мостів, конструкцій і будівельної механіки ім. В.О. Російського</p>                                                                                                                                                                                                         |
| Викладачі / тренери | <p>Черніков О. В., д.т.н., професор, професор каф. Мостів, конструкцій і будівельної механіки ім. В.О. Російського;</p> <p>Єгоров П.А., к.т. н., доцент каф. деталей машин та теорії механізмів і машин;</p> <p>Дудукалов Юрій Володимирович, к.т.н., професор кафедри технологій машинобудування та ремонту машин;</p> <p>Шелкова Ірина Сергіївна, асистент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою.</p> |

## **ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА**

### **АКТУАЛЬНІСТЬ ПРОГРАМИ**

Сьогодення потребує фахівців, здатних проєктувати та створювати нові перспективні вироби. Використання сучасних технологій цифрового виробництва (3D-друк, обробка на верстатах з ЧПК, лазерне гравіювання та різання, та інші) дозволяє у короткі строки отримувати перші прототипи виробів. Створення STEM-лабораторій цифрового виробництва при закладах загальної середньої освіти дозволить учням навчитися користуватися пристроями для швидкого прототипування та почати реалізовувати свій творчий потенціал ще у роки навчання у ЗЗСО. Однією з передумов є набуття педагогічними працівниками компетентностей у виборі обладнання та сировини для цифрового виробництва, експлуатації та обслуговуванні такого обладнання, що передбачено цією програмою підвищення кваліфікації.

### **ПРОФЕСІЙНА СПРЯМОВАНІСТЬ**

Зміст програми спрямований на формування у педагогічних працівників закладів загальної середньої та вищої освіти компетентностей у виборі обладнання та сировини для цифрового виробництва, а також експлуатації та обслуговуванні такого обладнання. Набуті компетентності дозволяють реалізовувати власні творчі та технічні проєкти, зокрема виготовляти наочні зразки, та формувати у учнів навички використання та обслуговування обладнання для цифрового виробництва з метою реалізації їх творчого потенціалу.

### **ЦІЛЬОВА АУДИТОРІЯ**

Педагогічні працівники закладів загальної середньої освіти; особи, відповідальні за створення та супровід STEM-лабораторій, викладачі ВНЗ та всі зацікавлені особи, які відповідають передумовам навчання.

### **ПРИЗНАЧЕННЯ ПРОГРАМИ**

Програма призначена для формування компетентностей щодо раціонального вибору обладнання та сировини для цифрового виробництва, створення 3D-моделей та керуючих програм, експлуатації та обслуговування обладнання.

### **МЕТА**

Розвинути у слухачів курсу здатність здійснювати раціональний вибір обладнання для облаштування лабораторій цифрового виробництва та навичок 3D моделювання, використання та обслуговування цього обладнання.

## **ЗАВДАННЯ**

- Ознайомити із сучасними технологіями, обладнанням та сировиною для цифрового виробництва;
- Сформувати/удосконалити навички зі створення 2D-ескізів та 3D-моделей, що є вихідною інформацією для створення керуючих програм;
- Ознайомити з альтернативними методами отримання 3D-моделей, зокрема 3D-скануванням;
- Сформувати навички раціонального вибору технології та обладнання для виготовлення окремих прототипів;
- Сформувати навички роботи у програмному забезпеченні для створення керуючих програм для верстатів з ЧПК та 3D-принтерів;
- Навчити використовувати та обслуговувати 3D-принтери та окремі верстати з ЧПК;
- Ознайомити з типовими дефектами, що можуть виникати при друці з використанням 3D-принтерів, та шляхами їх усунення.

## **ПРИНЦИПИ РЕАЛІЗАЦІЇ**

- Практична спрямованість;
- Професійна доцільність;
- Актуальність;
- Орієнтація на потреби держави;
- Безперервність професійного розвитку;
- Доступність;
- Академічна доброчесність;
- Зв'язок навчання з робочим місцем.

## **1. КОМПЕТЕНТНОСТІ ТА ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ**

### **Компетентності:**

1. Інформаційно-аналітична компетентність;
2. Компетентність у роботі з CAD програмним забезпеченням;
3. Компетентність у роботі з CAM програмним забезпеченням для створення керуючих програм;
4. Компетентність у раціональному виборі технології та обладнання для виготовлення окремих прототипів;
5. Здатність використовувати та обслуговувати 3D-принтери та окремі верстати з ЧПК;
6. Здатність визначати причини появи дефектів, що можуть виникати при друці з використанням 3D-принтерів, та усувати їх;
7. Здатність оцінювати ризики та забезпечувати безпечне функціонування STEM-лабораторій цифрового виробництва.

### Очікувані результати навчання. Після завершення програми учасник:

1. Аналізує ринок доступного обладнання для цифрового виробництва та сировини для нього;
2. Здійснює раціональний вибір технології та обладнання для виготовлення окремих прототипів;
3. Розробляє 2D-ескізи та 3D-моделі;
4. Здійснює 3D-сканування;
5. Створює керуючі програми для 3D-принтерів та окремих верстатів з ЧПК;
6. Забезпечує друк на 3D-принтерах та окремих верстатах з ЧПК;
7. Здійснює обслуговування обладнання для цифрового виробництва;
8. Визначає причини появи дефектів, що можуть виникати при друці з використанням 3D-принтерів, та усуває їх;
9. Забезпечує безпечне функціонування STEM-лабораторій цифрового виробництва.

## 2. ЗМІСТ ПРОГРАМИ ТА НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

Загальний обсяг програми – 180 годин, що відповідає 6 кредитам ЄКТС. Передбачено 5 змістових модулів і підсумковий контроль. Розподіл навчального часу є еталонною моделлю та може уточнюватися відповідно до групи слухачів за умови збереження загального обсягу програми.

Таблиця 2.1 – Розподіл обсягу програми підвищення кваліфікації за змістовими модулями та видами навчальних занять

| № | Модуль / тема                                                      | Усього | Лекції | Практичні | Самостійна |
|---|--------------------------------------------------------------------|--------|--------|-----------|------------|
| 1 | Створення тривимірних моделей в Autodesk Fusion                    | 48     | 4      | 4         | 40         |
| 2 | 3D-друк за технологією FDM та інші адитивні технології             | 72     | 14     | 14        | 44         |
| 3 | Верстати для лазерного маркування, гравіювання та різки            | 8      | 2      | 2         | 4          |
| 4 | Верстати з ЧПК                                                     | 16     | 4      | 4         | 8          |
| 5 | Лазерне сканування                                                 | 28     | 4      | 4         | 20         |
|   | Підсумковий контроль: індивідуальні практичні завдання, тестування | 8      | 0      | 4         | 4          |
|   | РАЗОМ                                                              | 180    | 28     | 32        | 120        |

### 3. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ПРОГРАМИ

Таблиця 3.1 – Тематичний план програми підвищення кваліфікації

| Тема                                                                     | Зміст                                                                                                                        | Усього | Лекції | Практичні | Самостійна |
|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-----------|------------|
| <b>МОДУЛЬ 1. Створення тривимірних моделей в Autodesk Fusion</b>         |                                                                                                                              |        |        |           |            |
| Тема 1.1                                                                 | Вступ: основи комп'ютерного моделювання та огляд програмного забезпечення.                                                   | 1      | 1      | 0         | 0          |
| Тема 1.2                                                                 | Створення облікового запису в Autodesk.                                                                                      | 9      | 0      | 1         | 8          |
| Тема 1.3                                                                 | Створення тривимірних моделей в Autodesk Fusion                                                                              | 38     | 3      | 3         | 32         |
| <b>МОДУЛЬ 2. 3D-друк за технологією FDM та інші адитивні технології</b>  |                                                                                                                              |        |        |           |            |
| Тема 2.1                                                                 | Особливості технології FDM, будова принтерів, різновиди конструктивних реалізацій принтерів                                  | 6      | 4      | 0         | 2          |
| Тема 2.2                                                                 | Установка та налаштування Orca Slicer                                                                                        | 10     | 0      | 2         | 8          |
| Тема 2.3                                                                 | Сировина для друку за технологією FDM. Керування робочими органами 3D принтера                                               | 10     | 4      | 0         | 6          |
| Тема 2.4                                                                 | Створення керуючої програми для друку за технологією FDM у середовищі Orca Slicer                                            | 28     | 0      | 8         | 20         |
| Тема 2.5                                                                 | Дефекти, що виникають при друці за технологією FDM та шляхи їх усунення.                                                     | 8      | 2      | 2         | 4          |
| Тема 2.6                                                                 | 3D друк за технологією полімеризації рідкого полімеру (SLA/DLP/LCD VP)                                                       | 10     | 4      | 2         | 4          |
| <b>МОДУЛЬ 3. Верстати для лазерного маркування, гравіювання та різки</b> |                                                                                                                              |        |        |           |            |
| Тема 3.1                                                                 | Верстати для лазерного маркування, гравіювання та різки. Види лазерів                                                        | 2      | 2      | 0         | 0          |
| Тема 3.2                                                                 | Підготовка керуючої програми для лазерного гравіювання та різки.                                                             | 6      | 0      | 2         | 4          |
| <b>МОДУЛЬ 4. Верстати з ЧПК</b>                                          |                                                                                                                              |        |        |           |            |
| Тема 4.1                                                                 | Технологічні можливості сучасних верстатів з ЧПК. Наскрізна комп'ютерна підготовка в CAD/CAM системах.                       | 4      | 1      | 1         | 2          |
| Тема 4.2                                                                 | Базові принципи програмування верстатів з ЧПК. Розроблення управляючих програм для токарних верстатів з ЧПК.                 | 4      | 1      | 1         | 2          |
| Тема 4.3                                                                 | Розроблення управляючих програм фре-зерно-свердильної обробки. Симуляція g-кодування в CimcoEdit.                            | 4      | 1      | 1         | 2          |
| Тема 4.4                                                                 | Інструментальне оснащення. Підготовка верстатів HAAS до виконання програмованої обробки, забезпечення вимог техніки безпеки. | 4      | 1      | 1         | 2          |

| Тема                                | Зміст                                                                                                                         | Усього | Лекції | Практичні | Самостійна |
|-------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-----------|------------|
| <b>МОДУЛЬ 5. Лазерне сканування</b> |                                                                                                                               |        |        |           |            |
| Тема 5.1                            | Теоретичні основи лазерного сканування: термінологія, фізичні принципи вимірювання та властивості хмари точок.                | 4      | 2      | 0         | 2          |
| Тема 5.2                            | Програмне забезпечення для обробки хмар точок: інтерфейс, імпорт та базові операції.                                          | 10     | 0      | 2         | 8          |
| Тема 5.3                            | Обробка та застосування хмар точок лазерного сканування: світовий досвід моніторингу і діагностики інфраструктурних об'єктів. | 4      | 2      | 0         | 2          |
| Тема 5.4                            | Обробка хмари точок: реєстрація сканів, очищення даних та побудова триангуляційної моделі.                                    | 10     | 0      | 2         | 8          |

#### **4. ФОРМИ, МЕТОДИ НАВЧАННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ**

Основні форми: лекції, практичні заняття, робота з цифровими ресурсами, робота з CAD та CAM програмним забезпеченням, консультації, самостійна робота.

Методи: проблемне навчання, кейс-метод, практикум, демонстрація, проектування, виконання індивідуальних завдань.

#### **5. ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

Оцінювання здійснюється за заздалегідь оголошеними критеріями, пов'язаними з очікуваними результатами навчання. Універсальні відсоткові ваги для всіх програм не встановлюються; конкретні критерії визначаються цією програмою.

Таблиця 5.1 – Критерії оцінювання результатів навчання за програмою підвищення кваліфікації

| Компонент                                                                            | Що оцінюється                                                         | Критерії                          |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------|
| Практичне завдання з комп'ютерного моделювання                                       | Вміння створювати 2D-ескізи та 3D-моделі                              | Правильність та якість виконання  |
| Практичне завдання з підготовки керуючої програми для 3D-друку за технологією FDM    | Вміння створювати керуючі програми для 3D-друку за технологією FDM    | Правильність та якість виконання  |
| Практичне завдання з підготовки керуючої програми для 3D-друку за технологією VP LCD | Вміння створювати керуючі програми для 3D-друку за технологією VP LCD | Правильність та якість виконання  |
| Практичне завдання з підготовки керуючої програми для лазерної різки або гравіювання | Вміння створювати керуючі програми для лазерної різки або гравіювання | Правильність та якість виконання  |
| Практичне завдання з підготовки керуючої програми для обробки на верстаті з ЧПК      | Вміння створювати керуючі програми для обробки на верстаті з ЧПК      | Правильність та якість виконання  |
| Практичне завдання з лазерного сканування                                            | Вміння працювати з даними лазерного сканування                        | Правильність та якість виконання  |
| Підсумкове тестування                                                                | Знання теоретичного матеріалу курсу та вміння його застосовувати      | Правильність і повнота відповідей |

Рекомендована умова успішного завершення: виконання всіх обов'язкових практичних робіт, індивідуальних практичних завдань та проходження підсумкового контролю.

## **6. ПІДСУМКОВИЙ ПРОДУКТ ТА ДОКУМЕНТ**

Підсумковий професійний продукт учасника – набуття навичок 3D-моделювання, використання пристроїв для швидкого прототипування, а також організації цифрового виробництва з метою стимулювання розвитку творчого потенціалу учнів та студентів.

Умови успішного завершення:

- виконання індивідуальних практичних завдань;
- проходження підсумкового контролю.

Після успішного завершення програми учаснику видається сертифікат ХНАДУ про підвищення кваліфікації відповідно до чинних вимог та локальних документів ХНАДУ.

## **7. КАДРОВЕ, МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ**

Кадрове забезпечення: викладачі, які мають відповідну професійну та/або академічну кваліфікацію, практичний досвід.

Викладачі курсу:

1. Черніков О. В., д.т.н., професор, професор кафедри мостів, конструкцій і будівельної механіки ім. В.О. Російського, має досвід викладання у галузі комп'ютерного моделювання більше 30 років, сертифікати від компанії Autodesk: «Autodesk Certified Professional in Inventor for Mechanical Design», «Autodesk Certified User in Fusion 360», учасник всесвітньої програми «Autodesk Expert Elite», розробник та викладач курсу підвищення кваліфікації викладачів «Система твердотілого параметричного проектування Autodesk Inventor Professional 2023/2025», освітніх компонентів «Комп'ютерне моделювання об'єктів автоматизації», «Параметричне моделювання та кінематичний аналіз механізмів», «Комп'ютерний дизайн» для студентів бакалаврського рівня вищої освіти;
2. Єгоров П.А., к.т.н., доцент кафедри деталей машин та теорії механізмів і машин, має сертифікат підвищення кваліфікації за курсом «Система твердотілого параметричного проектування Autodesk Inventor Professional 2023/2025», розробник та викладач курсів підвищення кваліфікації для викладачів ХНАДУ «Технології швидкого прототипування», розробник та викладач освітнього компоненту «Станки з ЧПУ та 3D-моделювання», розробник та викладач вибіркового компоненту «Технології швидкого прототипування» для студентів бакалаврського рівня вищої освіти, має сертифікат учасника Всеукраїнського заходу STEM-тижня 2026;

3. Дудукалов Юрій Володимирович, к.т.н., професор кафедри технологій машинобудування і ремонту машин та кафедри інженерії матеріалів і цифрового виробництва, має практичний досвід роботи на верстатах з ЧПК і викладання освітніх компонентів у галузі комп'ютеризованої технологічної підготовки більше 35 років, пройшов підготовку в сертифікованому центрі фірми Abplanalp від верстатобудівної компанії HAAS (USA), понад 10 років здійснює навчання здобувачів в Навчально-тренінговому центрі "ХНАДУ-НААС", експерт державної програми «WordSkillSukr-2021», розробник та викладач дисциплін «Програмування верстатів з ЧПК», «Технологічні машини з комп'ютерним управлінням», «Комп'ютерний інжиніринг технологій виробництва і ремонту машин» для студентів бакалаврського і магістерського рівнів вищої освіти, має сертифікат учасника Всеукраїнського заходу STEM-тижня 2026;
4. Шелкова Ірина Сергіївна, асистент кафедри проектування доріг, геодезії і землеустрою, має практичний досвід наземного лазерного сканування інфраструктурних об'єктів та обробки хмар точок у спеціалізованому програмному забезпеченні, спікер з тематики 3D-сканування в донорському проєкті Swisscontact «Інновації в будівництві», реалізованому за фінансової підтримки Уряду Великої Британії через UK Aid у межах Програми BLOOM (навчання внутрішньо переміщених осіб, ветеранів та жінок сучасним технологіям у будівництві), має сертифікат учасника Всеукраїнського заходу STEM-тижня 2026 за проведення занять з 3D-сканування для школярів.

Матеріально-технічне забезпечення:

- навчальні приміщення або дистанційна платформа;
- персональні комп'ютери;
- мультимедійне обладнання;
- 3D-принтери;
- верстати з ЧПК або стійки до верстатів з ЧПК;
- 3D-сканери;
- доступ до Інтернету;
- необхідне програмне забезпечення та цифрові сервіси.

Навчально-методичне забезпечення:

- електронні навчальні матеріали,
- презентації,
- методичні рекомендації,
- практичні кейси,
- тестові завдання.

## **8. НОРМАТИВНА, НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНА ТА ІНФОРМАЦІЙНА БАЗА**

Закон України «Про освіту» – у частині післядипломної освіти, підвищення кваліфікації та організації освітньої діяльності.

Постанова Кабінету Міністрів України від 30.12.2015 № 1187 «Про затвердження Ліцензійних умов провадження освітньої діяльності» – у частині освітньої діяльності у сфері післядипломної освіти та підвищення кваліфікації.

Постанова Кабінету Міністрів України від 22.10.2025 № 1343 – у частині актуальних вимог до інформації про суб'єктів підвищення кваліфікації та документів про підвищення кваліфікації.

Розпорядження Кабінету Міністрів України від 03.03.2021 № 167-р «Про схвалення Концепції розвитку цифрових компетентностей» – як стратегічна основа розвитку цифрових компетентностей працівників різних професійних груп та сфер економічної діяльності.

Національний класифікатор України ДК 003:2010 «Класифікатор професій» – для конкретизації професій/посад цільової групи за потреби.

Професійний стандарт та/або галузеві нормативні документи за конкретною професією/галуззю підприємства – якщо вони встановлюють вимоги до цифрових компетентностей.

Локальні нормативні документи ХНАДУ, що регулюють розроблення, погодження, затвердження програм та видачу документів про підвищення кваліфікації.

### **Навчально-методичні та інформаційні джерела:**

1. Проектування технологій машинобудівного та ремонтного виробництва / М. А. Подригало, Ю. В. Дудукалов, О. С. Полянський, Б. В. Савченков, Є. О. Дубінін, М. В. Байцур, Ю. В. Тарасов. Харків, 2019. 315 с.
2. Холодняк Ю. В. Комп'ютерне проектування промислових виробів: конспект лекцій. Мелітополь: ТДАТУ, 2021. 140 с.
3. Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. Конструктивні особливості та основи програмування верстатів з числовим програмним керуванням: Навч. посіб. К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 158с.
4. Gibson, I., Rosen, D., Stucker, B., “Additive Manufacturing Technologies: 3D Printing, Rapid Prototyping, and Direct Digital Manufacturing”, 2nd ed.; Springer-Verlag: New York, NY, USA, 2015.
5. Коваленко А. В. Конспект лекцій з дисципліни «Технологічні основи програмування для верстатів з ЧПК». Краматорськ, 2016. 143 с.
6. Гейчук В. М. Функціональне проектування верстатів, роботів та машин в Autodesk (Частина І): навч. посіб. Навчальне мережне електронне видання. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. 394 с.
7. САПР ТП: Конспект лекцій / К. С. Барандич, С. П. Вислоух, М. В. Філіппова. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 201 с.

8. Онофрейчук Н. В. Основи обробки та програмування на верстатах з числовим програмним керуванням : підруч. Львів : Світ, 2019. 352 с. ISBN 978-966-914-229-0

9. Муляр Ю. І., Дерібо О. В. Програмування токарної обробки на верстатах з ЧПК. Навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ, 2004. 91 с.

10. Voropay A., Yehorov P., Koriak O., Sharapata A., Gnatenko G. Restoring the Functionality of Gears Using Rapid Prototyping. (2025) Lecture Notes in Networks and Systems, 1315 LNNS, pp. 173 - 183. DOI: 10.1007/978-3-031-85751-5\_13 ISSN: 23673370, ISBN: 978-303185750-8

11. Alexey Voropay, Dmytro Bogdan, Andrii Sharapata, Pavlo Yehorov, Volodymyr Karpenko; Identification of spur and helical gear parameters for planetary cylindrical gearboxes. AIP Conf. Proc. 10 June 2026; 3496 (1): 060002. <https://doi.org/10.1063/12.0044442>

12. Alexey Voropay, Pavlo Yehorov, Volodymyr Karpenko; Ensuring the uninterrupted operation of FDM 3D printers in conditions of unstable centralized power supply. AIP Conf. Proc. 3 August 2026; 3520 (1): 040003. <https://doi.org/10.1063/12.0044841>

13. Voropay, A., Yehorov, P., Gnatenko, G., Povaliaiev, S. & Sharapata, A. (2022). OPTIMIZATION OF MACHINE PARTS MODELS FOR 3D PRINTING . International Journal of 3D Printing Technologies and Digital Industry, 6 (3), 511-520 . DOI: 10.46519/ij3dptdi.1187111.

14. Воропай О. В. Методичні вказівки до лабораторних робіт за курсом «Деталі машин» для студентів напряму підготовки G3 «Електрична інженерія»; G9 «Прикладна механіка»; G11 «Машинобудування»; J8 «Автомобільний транспорт» / О. В. Воропай, Д. І. Богдан, П. А. Єгоров, В. О. Карпенко, А. С. Шарапата. Харків : ХНАДУ, 2025. 123 с.

15. I. Kyrychenko, O. Chernikov, Ya. Koretskyi, Yu. Rukavyshnikov, S. Kovalevskyi, S. Khachaturian (2025) Virtual Exploration of Mobile Lifts with Working Platforms Proceedings of the international scientific and practical conference "ENERGY SYSTEMS AND ALTERNATIVE ENERGY SOURCES" (ESAES-2024) AIP Conference Proceedings, 3238(1), 070004. DOI: <https://doi.org/10.1063/5.0248968>.

16. Черніков О.В. (2024) Впровадження нових стандартів оформлення конструкторської документації в навчальний процес та виробництво Прикладна геометрія та інженерна графіка Том 1. № 106. С. 241-251. DOI: <https://doi.org/10.32347/0131-579X.2024.106.241-251> .

17. Кириченко І.Г., Черніков О.В. (2023) Можливості та обмеження комп'ютерного моделювання технологічних машин Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету. № 101. Том 1. С. С. 53-59. DOI: <https://doi.org/10.30977/BUL.2219-5548.2023.101.0.53> .

18. Дистанційний курс <https://dl2022.khadi-kh.com/course/view.php?id=7642>