

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

Кафедра загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри ЗТДПН

_____к.пед.н. Цись О.О.

«__»_____2020 р.

Реєстраційний №_____

«__»_____2020 р.

**ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ СТУДЕНТІВ ТЕХНОЛОГО-
ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ ЗАСОБАМИ ІКТ**

Магістерська робота студента
факультету дошкільного і
технологічної освіти
Групи ТОА-м-15
освітньо-кваліфікаційний рівень
магістр
спеціальності
014.10 Середня освіта (Трудове
навчання і технології)
Гевка Богдана Ярославовича
Керівник: доктор пед. наук, професор
Лаврентьєва Олена Олександрівна

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ СТУДЕНТІВ ТЕХНОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ	7
1.1 Зміст і сутність технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей	7
1.2 Дидактичні умови формування технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей.....	19
Висновки до розділу 1	31
РОЗДІЛ 2. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ СТУДЕНТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ	33
2.1 Огляд можливостей інформаційно-комунікаційних технологій в організації технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей.....	33
2.1.1 Основи конструкцій та технологій роботи верстатів із ЧПУ	33
2.1.2 Опис верстату, технічні характеристики верстата для технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей.....	41
2.2 Побудова програми управління верстатом із ЧПУ	43
2.2.1 Структура програми управління	45
2.2.2 Підготовка програми управління за допомогою САМ-системи	47
2.2.3 Середовища для створення програм управління верстатом з ЧПУ	49
2.3 Правила техніки безпеки при роботі з верстатами із ЧПУ	50
Висновки до розділу 2	56
РОЗДІЛ 3 ДОСЛІДНИЦЬКА РОБОТА З ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ СТУДЕНТІВ ТЕХНОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ	57
3.1. Вивчення стану та аналіз проблеми у практиці роботи вищої педагогічної школи	57

	3
3.2 Програма дослідницької роботи з формування технічної творчості студентів.....	65
3.3 Аналіз результатів дослідницької роботи	67
Висновки до розділу 3	69
ВИСНОВКИ	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	73
ДОДАТКИ	78

ВСТУП

Актуальність дослідження. Одним з найбільш ефективних засобів, що сприяють підвищенню рівня професійної майстерності майбутніх учителів технічної праці, є технічна творчість. Вона спрямована на розвиток самої особистості. Тому налаштованість на творчу діяльність у процесі навчання у вищому технічному закладі освіти є основою підготовки молоді. При такому підході у них формуються: підвищений інтерес до обраної професії; потреба в постійному творчому пошуку нових резервів; у вдосконаленні техніки і технології сучасного виробництва. Основи технічної творчості, орієнтовані на виховання творчого ставлення до праці, разом із тим, формують якісно нове уявлення про трудовий процес, сприяючи прискоренню професійного зростання студентів.

У працях В. Андреева, Г. Букіної, В. Дружиніна, Б. Єсіпова, А. Макаренка, В. Сухомлинського, С. Сисоевої та ін. розроблені загальнотеоретичні положення про підготовку молоді до творчої діяльності як невід'ємного компонента всебічного розвитку особистості. Ці базові ідеї отримали подальший розвиток і конкретизацію в працях П. Атутова, Ю. Бабанського, С. Батишева, А. Беляєва, Є. Кабанової-Меллер, І. Лернера, В. Полякова, Н. Тализіної та ін.

Ґрунтовні теоретичні узагальнення проблем формування та розвитку технічної творчості студентів висвітлені в роботах П. Андріанова, В. Алексеєва, Г. Альтшуллера, А. Бичкова, В. Горського, М. Зіновкіної, Д. Комського, С. Нікуліної, М. Поволяєвої, В. Путіліна, В. Розумовського, І. Столярова та багатьох інших учених і практиків.

Таким чином велика значущість і недостатня практична розробленість питання розвитку технічних здібностей майбутніх фахівців зумовили вибір теми дослідження *«Формування технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей засобами ІКТ»*

Об'єкт дослідження – процес формування технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей.

Предмет дослідження – дидактичні умови формування технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей засобами ІКТ.

Мета дослідження: виявити та дослідницьким шляхом перевірити дидактичні умови формування технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей засобами ІКТ.

Завдання дослідження:

1) Виявити зміст і сутність технічної творчості, критерії та рівні її сформованості в студентів технолого-педагогічних спеціальностей.

2) Проаналізувати зміст і вимоги до матеріально-технічного й методичного забезпечення формування технічної творчості студентів на заняттях з курсу «Системи ЧПУ», опрацювати правила техніки безпеки під час роботи на верстатах із ЧПУ.

3) Виявити, теоретично обґрунтувати та дослідницьким шляхом перевірити дидактичні умови формування технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей засобами ІКТ.

4) Розробити та апробувати дослідницьку програму щодо апробації дидактичних умов та проаналізувати отримані дані.

В основу дослідження покладено *припущення* про те, що формування технічної творчості студентів відбуватиметься ефективніше, якщо створена мотиваційна забезпеченість творчого процесу, у студентів цілеспрямовано формуються знання з теорії та методики технічної творчості, активізується пізнавальна та практико-перетворювальна діяльності студентів засобами ІКТ, їх включають до конструкторсько-технологічної діяльності.

Методи дослідження: аналіз та узагальнення технічної, психолого-педагогічної й методичної літератури з проблеми дослідження для виявлення сутності ключових понять й обґрунтування дидактичних умов; аналіз, синтез, моделювання та конструювання для визначення принципу та закономірностей роботи верстату ЧПУ; аналіз документації, анкетування студентів, інтерв'ю з викладачами, експертні висновки щодо виявлення стану проблеми; кількісний та якісний аналіз отриманих результатів.

Практичне значення одержаних результатів полягає в тому, що розкриті технологічні можливості верстату з ЧПУ CNC 3018 PRO, побудовано методику організації творчої діяльності студентів під час вивчення курсу «Системи ЧПУ», розроблене методичне забезпечення проведення лекційних та лабораторних занять та технологічну карту з виготовлення виробів з використанням верстату з ЧПУ. Підготовлені методичні рекомендації можуть бути використані в освітньому процесі підготовки студентів інженерних та технолого-педагогічних спеціальностей.

Структура . Робота складається зі вступу, трьох розділів, висновків до кожного розділу та загальних висновків, списку використаних джерел, що налічує 53 найменування, 7 додатків.

База дослідження. Дослідницька робота проводилась на базі факультету дошкільної та технологічної освіти Криворізький державний педагогічний університет. У дослідженні брали участь студенти спеціальності 014 Середня освіта (Трудове навчання і технології).

Публікації:

1. Лукаш В. І., Гевко Б. Я. Методика використання технологій доповненої реальності в процесі технічної творчості студентів. *Безпека життя і діяльності людини: теорія та практика : збірник наук. праць Всеукр. наук.-практ. конф., присвяченої Всесвітнім Дням цивільної оборони та охорони праці.* (Полтава, 23–24 квітня 2020 р.). Полтава : ПНПУ ім. В.Г. Короленка, 2020. С. 455-456.

2. Гевко Б. Я. Методика організації технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей. *Підготовка майстра виробничого навчання, викладача професійного навчання до впровадження в освітній процес інноваційних технологій : матеріали IV Всеукраїнського науково-методичного семінару (5 листопада 2020 р.) / Глухівський НПУ ім. О. Довженка.* Глухів, 2020. С. 225-227.

РОЗДІЛ 1

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ СТУДЕНТІВ ТЕХНОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

1.1 Зміст і сутність технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей

Перш ніж розібратися стосовно змісту технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей розглянемо провідні підходи до визначення творчості. Вивчення цього феномену відбувається у межах багатьох наук – філософії та такого її розділу як акмеологія, а також педагогіки, психології й соціології. Кожен із напрямів надає свій погляд на означену проблему.

З позицій філософської науки М. Бердяєв, Е. Іл'єнков, О. Спіркін та ін. розглядають творчість як вищу форму активної розумової й практичної діяльності людини, що дозволяє їй перетворювати навколишній світ. Із цього приводу М. Бердяєв зазначав: «Творчий акт завжди є звільненням й подоланням. У ньому є переживання сили... Творчість за суттю є виходом, результатом, перемогою... Людина створена Творцем геніальним (не неодмінно генієм) і геніальність повинна розкрити в собі творчою активністю, перемогти все особисто-егоїстичне й особисто-самолюбне...» [11, с. 5].

В основі сучасного розуміння творчості у психологічній науці лежить уявлення про людину як творчу індивідуальність. Витоки й механізми творчості досліджувалися Л. Виготським, В. Дружиніним, В. Давидовим, Д. Лихачовим, О. Луком, В. Моляко, Я. Пономарьовим та багатьма іншими науковцями. Зокрема, В. Давидов визначав, що головним критерієм особистості є наявність у суспільного індивіда творчих можливостей. І тільки людина, яка має творчий потенціал, – є особистістю [19, с. 145].

Педагогічний словник визначає творчість, як вищу форму активної й самостійної діяльності особистості [39, с. 510]. В Українському педагогічному

словнику зазначається, що «творчість – процес народження нового, який об'єктивно здійснюється в природі або в людині; у природі – зародження, зростання, визрівання; у людській роботі – створення нових думок, почуттів або образів, які стають безпосередніми регуляторами творчих дій» [18, с.249].

В. Сухомлинський творчістю вважав створення духовних і матеріальних цінностей високої суспільної значущості, вершиною духовного життя людини, показником найвищого щабля розвитку її інтелекту, почуттів, волі: «Творчість є діяльністю, в яку людина немовби вкладає частину своєї душі, і чим більше вона вкладає, тим багатшою стає її душа. Процес творчості характерний тим, що творець самою працею своєю і її наслідками спричиняє величезний вплив на тих, хто поряд із ним. Одухотворення й натхнення однієї особистості породжує одухотворення й натхнення в душах інших людей. Творчість – це незримі ниточки, які об'єднують серця. Якщо ви хочете, щоб людина сприятливо впливала на людину, утверджуйте в духовному житті особистості творчість» [44, с. 35].

Отже, сьогодні співіснує декілька аспектів розуміння творчості, це – і процес, і продукт діяльності, це якість особи, і середовище, що створює умови для розвитку творчих здібностей людини (В. Дружинін [21, с. 525]). Спираючись на цю тезу О. Лисова узагальнює сучасні характеристики поняття «творчість» такими важливими аспектами:

- творчість є свідомою вільною доцільною діяльністю;
- творчістю є створення нового, унікального, оригінального, за допомогою чого у світ вносяться зміни, що, з одного боку, розширюють межі незвіданого, створюючи при цьому нові обрії для подальших досліджень, а з іншого – відкривають зовсім нові перспективи;
- творіння нового поєднане з критикою, а часом із запереченням старого;
- творчість містить у собі елементи як продуктивного, так і репродуктивного, хоча переважає у творчості продуктивна діяльність;
- творчість може носити об'єктивний характер, коли створюється щось

нове в суспільстві, та суб'єктивний, коли новим є створене лише для самого суб'єкта цієї діяльності [34, с. 24-34].

У розумінні творчості як діяльності, що породжує зовсім нове, міститься твердження про відсутність у звичайної людини творчого початку, яке наявне й випукло представлене в обдарованих людей. Щодо цього Л. Виготський писав: «Звичайно, найвищий вияв творчості й досі доступний лише небагатьом обраним геніям людства, але в буденному житті, що оточує нас, творчість є необхідною умовою існування, і все, що виходить за межі рутини і в чому міститься хоча б йота нового, зобов'язана своїм походженням творчому процесу людини» [17, с. 91].

Виходячи з положення Л. Виготського про те, що творчість є більшою чи меншою мірою талантом усіх, педагогіка гуманізму (Ш. Амонашвілі, І. Бех, І. Зязюн, К. Роджерс, В. Сухомлинський та ін.) глибоко переконана у творчих силах кожної людини, її неповторності й здатності в певних умовах при вмілому вихованні виявити свій самотній й неповторний талант.

Ст. 54 Конституції України за *кінцевими результатами* або продуктами творчості виокремлює технічну, художню, літературну, наукову творчість. А *за своєю цілеспрямованістю й сферою прикладання* – духовну й науково-технічну.

Різним видам творчості відповідають певні продукти творчої діяльності (див. рис. 1.1). Як пересвідчуємося з рис. 1.1, результати науково-технічної творчості мають величезний вплив на розвиток людських сил і можливостей, вони сприяють підвищенню технічного рівня суспільного виробництва, забезпечують його ефективність, продуктивність та, без перебільшення, добробут і належну життєдіяльність людей.

Прикладом об'єктивно нових творчих результатів у царині технічної творчості є винаходи. Проте, технічна творчість ними не обмежується і загалом має певні відмінні характеристики, що були узагальнені В. Аверченковим у такий спосіб:

- технічна творчість є специфічною формою інтелектуальної діяльності,

яка спрямована на примноження знань про об'єктивний світ, способи та шляхи його перетворення на користь існування людини;

- технічною творчістю є продуктивна праця з матеріалізації наукових знань. У науковій творчості продукти (ідея, думка, теорія) мають ідеальну форму, натомість у технічній творчості продуктом є обов'язково матеріальний об'єкт або засіб для його перетворення;

- результати творчої технічної діяльності створюють технічне середовище, що є матеріальним підґрунтям життєдіяльності людей у суспільстві. У процесі технічної творчості, таким чином, активність й творчі здібності людини виявляються в найбільш повній мірі [1, с. 27].

ідеологічна творчість	<ul style="list-style-type: none"> • Засоби масової інформації, PR-технології, устави, настанови, інструкції, накази тощо
наукова творчість	<ul style="list-style-type: none"> • Відкриття, теорії, концепції, методи, принципи, технології
технічна творчість	<ul style="list-style-type: none"> • Винаходи, раціоналізаторські пропозиції, «ноу-хау», моделі, діючі механізми, стандарти, технології, ремесла
художня творчість	<ul style="list-style-type: none"> • Літературні та мистецькі твори, товарні (фірмові) знаки, промислові зразки, естетичні ідеали, фольклор
соціальна творчість	<ul style="list-style-type: none"> • Закони, підзаконні акти, декрети, політтехнології, парадигми

Рис. 1.1. Продукти творчої діяльності в різних сферах суспільних відносин

Чинне законодавство України надає правову охорону таким результатам технічної творчості, як «винаходи, корисні моделі, раціоналізаторські пропозиції й промислові зразки» [23]. Цей перелік не охоплює вдосконалення в сфері послуг та товарні знаки, оскільки перші, зазвичай, належать до

наукової творчості, а другі є скоріше продуктами художньої творчості. Тож, головною відмінністю між об'єктами й продуктами тої чи тої технічної творчості полягає в ступені їх суспільної новизни й корисності. Іншими словами, вони розрізняються мірою творчого потенціалу й прогресивності, ступенем їх впливу на ефективність застосованих технічних засобів і продуктивність людської праці. При цьому оцінка продуктів технічної творчості відбувається не за абсолютною перевагою або ступенем вдосконалення, а переважно за значущістю створеного технічного об'єкта в реалізації певних функцій [34, с. 18].

Говорячи про *технічну творчість* як процес зі створення нового технічного об'єкта доцільно зупинитися на важливих етапах його розгортання.

Вихідною є *технічна потреба* – запит від замовника (суб'єкта або суспільства загалом) на певні технічні засоби, потрібні для задоволення визначених інтересів [34, с. 55]. При цьому розрізняють дві такі форми відображення технічних потреб, як-от:

1. Індивідуальне замовлення як відображенням такої технічної потреби, яка ще не усвідомлена на рівні суспільства.

2. Соціальне замовлення, яке виникає у разі наявності певних суперечностей між існуючим науково-технічним рівнем та соціально-економічними потребами в підвищенні обсягу виробництва, створенні нових технологій, різновидів продукції тощо.

Технічна потреба може бути реалізована за наявності *технічної можливості*, як сукупності матеріальних, технічних, технологічних, соціальних тощо факторів [13, с. 22].

Унаслідок суперечності між технічними потребами й технічними можливостями виникає проблемна ситуація або *технічна проблема* [13, с. 25]. А у разі невідповідності технічних можливостей (засобів) технічній потребі може розвинути *технічна суперечність*, яка, зі свого боку, і є рушійною силою розвитку й вдосконалення техніки та науково-технічного прогресу загалом [29, с. 177].

Усе розмаїття технічних суперечностей дослідники згруповуються у такі напрями, як: між предметами й технічними засобами праці; між технікою та людиною, яка працює в технічному середовищі; суперечності між елементами технічних систем.

Під час усвідомлення технічної проблеми створюється *задачна ситуація* та може виникнути *технічна задача* – сформульована у вигляді умови вимога до певного розв’язання технічної суперечності.

Унаслідок осмислення технічної задачі може виникнути *технічна ідея* – виражена в ідеальній формі провідна думка щодо усунення технічної суперечності.

Нарешті *технічне рішення* – це система з реалізації технічної ідеї, що спрямована на задоволення технічних потреб шляхом усунення технічних суперечностей.

Процес технічної творчості показано на рис. 1.2.

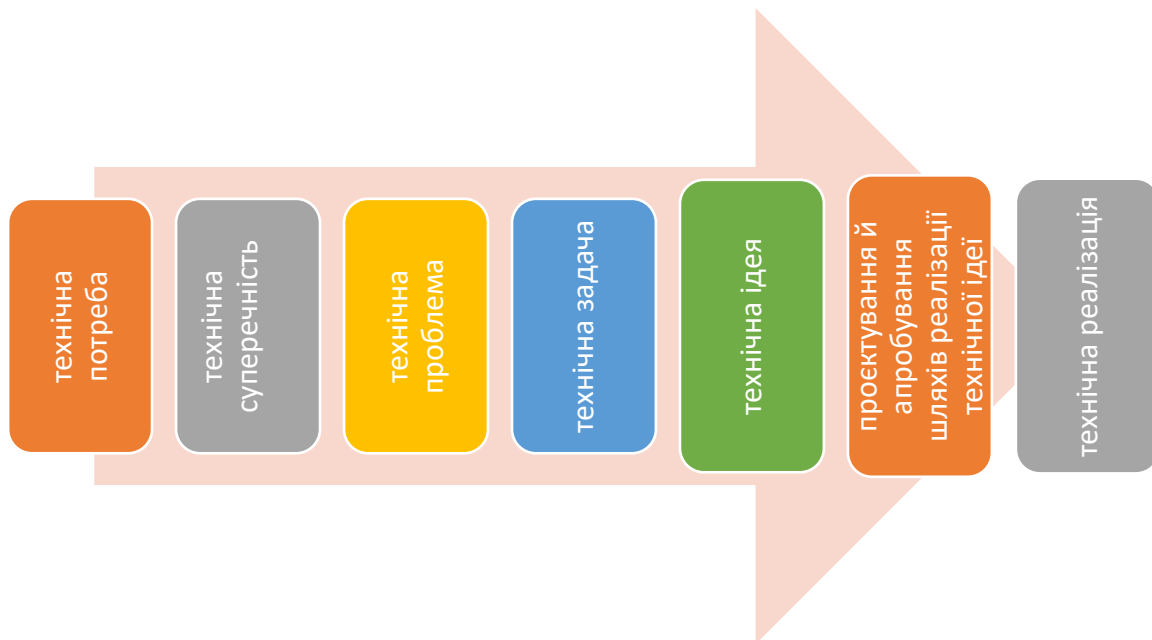


Рис. 1.2 Генеза технічної творчості

Отже, процес технічної творчості можна представити як пошук єдності форми й змісту під час вирішення технічної суперечності. Це своєрідний процес формотворення вихідної технічної ідеї та її матеріального втілення. Іноді при розв’язанні творчої технічної задачі застосування традиційних методів проектування не приводить до бажаних рішень. Тому таким важливим

є розвиток творчого проектного мислення інженера або дизайнера, навчання його нестандартним методам і прийомам у розв'язанні технічних завдань. Із цієї точки зору технічну творчість не слід розглядати як результат особливого дару й геніальності людини, осяяння згори, наявності в неї ірраціональної інтуїції. Натомість велике значення мають розвинені творчі здібності, чутливість до протиріч, розвинуті увага й уява, критичність та рефлексивність мислення.

Творчість передбачає наявність в особистості задатків, здібностей, мотивів, знань і умінь, завдяки яким створюється продукт, що відрізняється оригінальністю, унікальністю. У широкому розумінні *здібності* трактуються як «індивідуально-психологічні особливості, що є суб'єктивними умовами успішного здійснення певного роду діяльності» [20, с. 25].

У «Педагогічному словнику» говориться, що «здібності – це індивідуальні особливості людини, від яких залежить успішність виконання певних видів діяльності. Здібності не надані людині від природи в готовому вигляді, вони можуть удосконалюватися й розвиватися в певних умовах життя й діяльності, у процесі засвоєння, творчого використання знань, умінь і навичок» [39, с.188]. Вважається, що здібності – це результат розвитку задатків.

У проекції на сферу техніки й технологій *технічні здібності* визначають схильності індивіда до техніки й технічної творчості, наявність у нього особливого технічного мислення, своєрідної спостережливості, «просторової уяви, зорової й моторної пам'яті, точності окоміру, технічної активності», які вможливають порівняно з іншими легке й швидке засвоєння конструкторсько-технологічних знань, здатність їх використання для вирішення різноманітних технічних завдань [5, с. 16].

Студенти технолого-педагогічних спеціальностей не лише цікавляться технікою, але й вивчають загальнотехнічні та спеціальні дисципліни. Технічні здібності розвиваються в них вже на базі формування всієї особистості, просторової й технічної уяви, технічної спостережливості. Сприятливим

фактором є залучення до технічної творчості, яка складає головний зміст їх професійної підготовки. Провідним видом майбутньої професійної діяльності студентів технолого-педагогічних спеціальностей є технічна діяльність, яка передбачає засвоєння основ технічної грамотності, спеціальних вмінь, досвіду технічної творчості. Поступово в студентів формується ставлення та інтерес до конкретних видів технічної творчості, далі інтерес та схильності стають певними й чітко вираженими, втілюється в самостійній роботі з навчальних дисциплін, науковій діяльності, гуртковій роботі. Вибірковість пізнавальних інтересів студентів найчастіше пов'язана з подальшими життєвими й професійними планами щодо роботи в тій чи тій технічній сфері.

У самій мотиваційній структурі високе місце починають посідати такі соціальні мотиви, як наприклад прагнення стати повноцінним професіоналом, приносити користь суспільству. Поряд із цим в студентів виявляється інтерес до теоретичних проблем, до методів наукового дослідження, до самостійної пошукової діяльності щодо вирішення складних технічних завдань. Головним на цьому етапі є створення й закріплення творчого ставлення до вирішення поставлених технічних завдань, що може втілюватися в активній раціоналізаторській і винахідницькій діяльності, у прагненні до вдосконалення технології виконуваної роботи, створення нових пристосувань, інструментів, у бажанні сформувати виробниче середовище за законами краси.

Тож, залучення студентів до технічної творчості відіграє значущу роль у формування їх професійно важливих якостей. Саме під час творчого процесу виховуються як загально професійні якості (гуманізм, професійний борг, відповідальність, професійна етика, гордість та ін.), так і спеціальні професійні якості, пов'язані з конкретною професією [36].

Проте, формування технічної творчості передбачає продуктивний характер діяльності, залучення студентів до вирішення значущих технічних завдань, оскільки творчість завжди виходить із соціального замовлення. Цікаві ідеї можуть бути взяті з праць англійських науковців М. Тринга і Е. Лейтуейта, які узагальнили найбільш значущі проблеми сучасності, серед

яких: 1) транспортні пасажирські перевезення в години пік в містах; 2) економічний та безпечний для довкілля автомобільний двигун; 3) економічний, екологічний, швидкісний і безпечний повітряний транспорт; 4) електротранспорт та його обслуговування; 5) пристосування для майстерень (універсальні лещата, «третя рука», що працює як застигач в будь-якому середовищі та під будь-яким кутом, універсальний інструмент); 6) винаходи для вирішення сільськогосподарських проблем (трактори – всюдиходи, зрошування пустель і засушливих районів, економічна теплиця); 7) отримання й передача на відстань енергії вітру, сонця, моря з мінімальними витратами; 8) пристрої для поліпшення якості життя інвалідів; 9) способи очищення від забруднень довкілля та утилізація мусору; 10) боротьба зі стихійними лихами та врятування людей; 11) створення оригінальних технологічних машин; 12) вирощування штучних органів людини; 13) літаки і парашути зі 100 % надійністю» [30, с. 113].

До цього слід додати ті проблеми, які характерні для машинобудування. Тут необхідно приділити особливу увагу: високошвидкісній і прецизійній обробці деталей; модульному принципу проектування й виробництва машин, підвищенню продуктивності й точності металорізальних верстатів; прискореному розвитку виробництва комплексів металообробного устаткування, оснащених автоматичними маніпуляторами; збільшенню випуску верстатів із ЧПУ (особливо багатоцільових та багатокоординатних з автоматичною зміною інструменту, з механізмами паралельної структури, верстатних систем (у тому числі переналаджуваних); виробництва нового інструменту, зокрема із застосуванням зносостійких покриттів, безвольфрамкових твердих сплавів, синтетичних алмазів і інших надтвердих матеріалів.

Вирішення цих задач викликає значне збільшення обсягу творчої роботи на всіх етапах створення нової техніки.

Методологічну основу творчості складають два рівня: 1) діалектичний підхід на основі найбільш загальних законів природи, суспільства і мислення;

2) системний підхід, як єдиний напрямок в розвитку сучасного наукового пізнання. Сьогодні ці підходи збагачено генетико-морфологічним підходом, що полягає в еволюційному синтезі технічної системи з використанням «відомих для біологічних систем п'яти генетичних операторів (реплікація, схрещування, інверсія, кросинговер, мутація) і, геометричних операторів компоновки об'єктів» [4, с. 112].

У технічній творчості використовують ряд прийомів, зокрема *прийом місцевої якості*. Він дозволяє перейти від однорідної структури об'єкта (процесу) до неоднорідної. Різні частини об'єкта повинні мати різні функції й характеристики, найбільш відповідні їхній роботі. Наприклад, ділянки деталей машин і інструменту, що зношуються, покривають зносостійким покриттям, збільшуючи їх довговічність. *Прийом об'єднання* зумовлює синтез у просторі або часі однорідних або суміжних операцій чи об'єктів. Наприклад, свердларозгортки для одночасною свердлення й розгортання отворів від 2 до 20 мм. *Прийом «матрьошки»* або розміщення одного об'єкту всередині іншого, другого – у середині третього і т. д. Наприклад, в кульковій ручці-указці, корпус якої складається з телескопічних трубок, що висуваються, об'єднані одночасно принцип «матрьошки» і принцип універсальності (тобто об'єкт виконує функції інших об'єктів(указки). *Принцип «наперед підкладеної подушки»* вможливорює компенсування невисокої надійності об'єкта підготовленими аварійними засобами [8, с. 36].

Сьогодні інженерна практика послуговується понад 100-ма методами активізації творчого процесу. Їх умовно поділяють на дві великі групи:

1. *Евристичні методи технічної творчості*, які вирішують технічні суперечності без використання алгоритмів, ІКТ та є альтернативою традиційного методу «спроб і помилок».

Наприклад, *метод пошукового конструювання* не дає детального роз'яснення щодо методики проєктування пристрою, концептуально систематизує процедуру творчого технічного пошуку через застосування евристик, як-от: пряма, зворотна й тіньова мозкова атака, «Корабельна рада»,

аналогії, конференція ідей, метод фокальних об'єктів, оператор РВС, синектика, метод гірлянд асоціацій і раптовостей, метод маленьких чоловічків.

1. 2. *Алгоритмізовані методи пошукового конструювання або методи спрямованого пошуку*, що можуть бути реалізовані у віртуальних лабораторіях. Серед найпоширеніших з них є «Винахідницька машина», функціонально-фізичний метод пошукового конструювання Р. Коллера; узагальнений евристичний метод О. Половинкіна [40].

Розповсюдження отримала й наступна класифікація методів технічної творчості, що включає п'ять груп [8]:

1. *Системні (комбінаторні або гібридні) методи*, які спрямовані на послідовний перебір усіх можливих варіантів вирішення і побудовані на принципах аналізу й концептуалізації складників технічної системи. До найбільш відомих серед них належать: морфологічний і функціональний види аналізу, функціональний метод проектування Мітчетта, метод багаторазового послідовного класифікування, метод «П'ять чому», метод синтезу оптимальних форм, системного економічного аналізу й поелементного відпрацьовування конструктивних рішень.

2. *Асоціативні методи*, які передбачають подолання інерції мислення й безсистемного генерування ідей. Це мозковий штурм, синектика, методи семикратного пошуку, фокальних об'єктів, гірлянд раптовостей і асоціацій, контрольних запитань тощо.

3. *Програмні (алгоритмічні) методи*, які засновані на вирішенні технічної задачі шляхом виявлення суперечностей у відомих технічних системах (об'єктах) з їх наступним вирішенням. Це алгоритми з теорії вирішення винахідницьких задач (ТВВЗ) Г. Альтшулера, вепольний аналіз, узагальнений евристичний метод (УЕМ) О. Половинкіна та ін.

4. *Комбіновані методи*, які поєднують у собі попередні групи.

5. *Спеціалізовані методи*. До них включають і методи управління технічною творчістю, зокрема: методи «Шість сигм», «Сім інструментів керування якістю», «Сім основних інструментів контролю якості», «АВС-

аналіз», «Ощадливе виробництво», «PDPC», «Контрольний листок», Дельфи, «Діаграма розкиду», «Діаграма спорідненості», «Діаграма зв'язків», «Діаграма Парето», «Гістограми», «Діаграма Ісікави», «Контрольні карти», «Матриця пріоритетів», «Модель Кано», «Аутсорсинг», «Рівнобіжна інженерна розробка», «Розгортання політики», «Захист від помилок», аналізу видів і наслідків відмовлень, «ABC», «Бенчмаркінг», методи Тагуті, «Стрілочна діаграма», диференціально-морфологічний метод синтезу затискних патронів Ю. Кузнєцова, функціонально-вартісний аналіз та багато інших .

Отже, технічна творчість це специфічна форма інтелектуальної діяльності, яка спрямована на примноження розуміння про об'єктивний світ. У ній можуть бути виокремлені певні компоненти (див. табл. 1.1).

Таблиця 1.1

Компоненти технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей

Компонент	Характеристика	Зміст компонента
Мотиваційний	Пізнавальні й внутрішньо особистісні мотиви технічної творчості	<ul style="list-style-type: none"> – розуміння необхідності технічного вдосконалення об'єктів оточуючого світу; – бажання використовувати новітні науково-технічні досягнення в повсякденному та професійному житті; – прагнення до оригінальності та креативності у розв'язанні технічних задач;
Когнітивний	Ступінь підготовленості в плані знань, умінь і навичок із загальнотехнічних дисциплін, прийомів і методів творчої діяльності	<ul style="list-style-type: none"> – уміння працювати з науково-технічною та спеціальною літературою; – знання прийомів і методів технічної творчості на практиці; – володіння системою фундаментальних знань; – знання сучасного стану та тенденцій розвитку технічної творчості;
Практично-діяльнісний	Ступінь підготовленості до творчої діяльності в галузі техніки і технологій	<ul style="list-style-type: none"> – уміння відшукувати технічне протиріччя й знаходити декілька правильних варіантів розв'язання задач; – уміння пропонувати різноманітні ідеї в незвичних ситуаціях; – уміння відстоювати власну думку стосовно вирішення технічної задачі; – володіння прийомами і методами технічної творчості; – розвиненість технічного мислення, уяви й

		вольових якостей;
Продуктивно-рефлексивний	Ступінь продуктивності й результативності технічної творчості	<ul style="list-style-type: none"> – уміння аналізувати продукти й результати своєї творчої діяльності; – навички оцінки та самооцінки творчої діяльності; – ступінь оригінальності та новизни продуктів творчої діяльності; – якості продукту творчості (новизна, кількість використаних елементів, галузі використання тощо)

Отже, для студентів технолого-педагогічних спеціальностей формування технічної творчості передбачає створення своєрідної системи професійної підготовки, що забезпечує розвиток важливих творчих здібностей, високого рівня мотивації та налаштованості на творчий процес.

1.2 Дидактичні умови формування технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей

Стало вже загальноновизнаним, що технічна творчість, вищою стадією якого є винахідництво, доступне будь-якій нормальній людині, проте ступінь готовності до цього в кожного перебуває на різних рівнях. Водночас, існуючі освітні системи більшості розвинених країн дотепер не приділяють навчанню технічної творчості належної уваги, і тому випускники ЗВО не націлені на творчість, на те, щоб створювати нові матеріальні об'єкти, удосконалювати вже існуючі.

Тож, для розвитку технічної творчості в студентів технолого-педагогічних спеціальностей необхідно створити в навчальному процесі визначені умови. Під «умовою» розуміють обставини, від яких що-небудь залежить. Під необхідними та достатніми дидактичними умовами В. Буряк розуміє «мотиваційну зумовленість навчально-пізнавальної діяльності, пов'язану з розвитком особистісних мотивів навчання, дидактичну обробку навчального матеріалу, а також сукупність законів, принципів, правил навчання» [13].

Отже, під дидактичними умовами у нашому дослідженні розуміємо сукупність обставин, факторів, що сприяють ефективності розвитку технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей. Розглянемо деякі з них.

Зауважимо, що в перекладі з латинської мови «інженер» буквально означає творець, створювач нової техніки. І це при тому, що вже зараз (і тим більше в майбутньому) суспільство не потребує спеціалістів – виконавців чужих ідей та інструкцій, а фахівців із творчим мисленням і підходом до справи, фахівців, здатних розпізнавати й вирішувати проблеми не тільки сьогоdnішнього, а головне, завтрашнього дня.

Усе це висуває до системи вищої освіти певні вимоги щодо запровадження істотних інновацій, що здатні ініціювати формування технічної творчості студентів. Від системи вищої освіти індустріального суспільства, заснованої головним чином на відтворенні знань і накопиченого досвіду, необхідно перейти до системи освіти постіндустріального суспільства, для якої характерним є погляд у майбутнє, спрямованість на розвиток креативності та професійної творчості. Тому вища освіта повинна не стільки відтворювати існуючий досвід і традиції, скільки передбачити особливості суспільства майбутнього і готувати своїх випускників до життя й роботи в ньому. Звідси проблема пошуку нових методів і засобів навчання студентів технічній творчості набуває в даний час особливої актуальності.

Тож, важливою дидактичною умовою формування технічної творчості студентів є *мотиваційна забезпеченість творчого процесу*.

Мотиваційна частина є провідним компонентом будь-якої діяльності й виступає тим складним механізмом, що регулює співвідношення зовнішніх і внутрішніх факторів поведінки суб'єкта під час започаткування та здійснення конкретних форм діяльності [25].

У психолого-педагогічній літературі види мотивів виокремлюються за різними ознаками: за змістом, за джерелом виникнення, за часом вияву, за силою вияву, за ступенем усталеності, за виявом у поведінці, за видами

діяльності. Мотиви дослідники пов'язують із переживаннями значущості діяльності, потребами й спонуканнями в ній, із бажаннями, інтересами, переконаннями, прагненнями особи [25].

Поведінка й діяльність студента завжди полівмотивована, оскільки визначаються одночасно декількома вагомими факторами – мотиваторами. З педагогічної точки зору, мотивація не вичерпується спонуканнями особистості до пізнавальної діяльності, але охоплює її багатобічні зв'язки й відносини – соціально-психологічні, морально-етичні, соціально-економічні тощо.

Розрізняють наступні групи навчальних мотивів:

- соціальні (усвідомлення соціальної значущості й розуміння особистісного розвивального характеру навчання, потреба в розвитку світогляду й світорозуміння тощо);

- пізнавальні (інтерес до одержання знань, допитливість, прагнення до розвитку пізнавальних здібностей, одержання задоволення від творчої технічної діяльності тощо);

- особистісні (почуття самоповаги й честолюбства, бажання отримати авторитет серед фахівців, наслідувати референтних осіб, прагнення до персоналізації або трансляції здібностей до творчої діяльності тощо).

Названа система мотивів утворює мотивацію, що характеризується як стійкістю, так і динамічністю. У літературі виокремлюють ті мотиваційні фактори, що сприяють ефективності технічної творчості студентів [25]:

- корисність технічної творчості, можливість досягти ефективності й оптимізації у вирішенні технічного завдання, якості його виконання, що в тепер і в майбутньому знадобиться в професійній та особистісній сфері;

- участь студентів у продуктивній творчій діяльності;

- інтенсивна педагогіка – введення в процес навчання технічної творчості активних методів, насамперед ігрових, діяльнісних, комунікативно зорієнтованих, пошукових, евристичних;

- використання мотивуючих факторів творчої діяльності (накопичувальні бали, рейтинги, матеріальна винагорода, нагородження,

участь у фестивалях і творчих виставках). Ці фактори викликають потяг до суперництва, активізують дух змагальності, сприяють більш якісній творчій діяльності;

— уведення інформації з історії науки, відкриттів, які розкривають значущість технічної творчості.

— значущий зміст навчальних завдань і способів і прийомів їх вирішення засобами технічної творчості.

Належна мотивація до технічної творчості дозволяє студентові визначити не тільки напрямок, але й способи реалізації різних форм технічної творчості, задіяти його емоційно-вольову сферу.

На жаль, основний час в навчальному процесі витрачається на всякого роду вправи, еквілібристику з моделями, макетами, рівняннями, які лише в тій чи тій мірі відображають реальний технічний об'єкт і його властивості. У методології, якою озброює студентів вища школа, формально-логічне явно переважає над творчим, евристичним, хоча має бути навпаки. Майбутніх фахівців необхідно вчити методам, підходам до творчої продуктивної діяльності, власне евристичній діяльності, яка в майбутньому й буде складати головний зміст роботи вчителя трудового навчання і технологій [15, с. 53].

Є чимало чинників, які не сприяють розвитку і формуванню в студентів творчого мислення. Наслідком цього студенти переважно не знаходять радості в отриманні знань, а найголовніше (і це найгірше) вважають себе нездатними до самостійного творчого мислення. А між тим впевненість в собі одна з передумов успішної технічної творчості. І це незважаючи на те, що за останні роки в багатьох вищих країни вже викладаються спеціальні навчальні курси з технічної творчості, проведені на цю тему десятки науково-технічних конференцій, видано ряд монографій. Проте, навчання технічної творчості у вищій педагогічній школі поки ще носить суто авторитарний і найчастіше декларативний характер. Цьому сприяє також і відсутність стрункої методичної та навчальної літератури не тільки з технічної творчості, а й особливо з теорії й практики винахідництва, вирішення технічних задач

нестандартними шляхами.

Отже, важливою дидактичною умовою є цілеспрямоване формування в студентів знань із теорії та методики технічної творчості.

Система навчання у ЗВО значною мірою спрямована на формування інструментальних можливостей студентів, тобто на вироблення у них конкретних умінь і навичок, засвоєння методів і способів вирішення технічних завдань. Причому акцент в навчанні ставиться суто на технічному боці у вирішенні технічних завдань (принципах функціонування технічних систем, надійності їх роботи, ефективності експлуатації тощо), при цьому абсолютно не приділяється увага аналізу технічної системи загалом. У той же час відомо, що більше половини всіх катастроф в авіації, судноводінні, використанні АСУ та ін. пов'язані якраз не з недосконалістю технічних систем, а з людським фактором – помилками операторів, виконувачів, експлуатаційників. І ця проблема людини, як слабкої ланки в системі «людина – машинне середовище», буде все більше зростати в міру нарощування складності керованих систем і пристроїв, кількості засобів відображення інформації й органів управління, у міру прискорення концентрації енергетичних потужностей (а відповідно і великих потенційних небезпек) в руках невеликого числа операторів при обмежено надійних засобах захисту та управління. Як виражає свою думку І. Мамаєва: «Суперечність між людиною і технікою набуло такого характеру, що досягнення їх гармонії – це завдання не стільки технічного, скільки соціального й гуманітарного гатунку [35]. Водночас, у системі технічної освіти сама людина як суб'єкт і учасник науково-технічної діяльності, загально-методичні, філософські та психологічні аспекти цієї діяльності, її широкий соціальний і культурний контексти перебувають нібито на другому плані. Тому, в процесі навчання, студентам технолого-педагогічних спеціальностей необхідно давати систематичні знання про сутність людського фактору в техніці, про розподіл функцій між людиною і машиною, про можливості та обмеження людини в прийомі, переробці інформації і прийняття рішень, про її сенсомоторну

координацію, про структуру та організацію інструментальних виконавчих дій, про види й динаміку функціональних станів і їх впливу на ефективність діяльності, про структуру трудової діяльності людини як такої тощо.

Особливу увагу слід приділяти засвоєнню нестандартних прийомів активізації творчого процесу, стимулювання творчих ідей, евристичним шляхам вирішення технічних задач.

Водночас, творчість за своєю природою передбачає активність, ініціативу, свободу духовного й практичного самовираження та самоствердження людини, чого саме не забезпечує своїм випускникам вища школа. Тож, важливою дидактичною умовою є *активізація пізнавальної та практико-перетворювальної діяльності студентів із застосуванням ІКТ*.

Вивченням комплексу питань активізації пізнавальної діяльності взагалі, розробці евристичних методів навчання, їх теоретичним та методичним аспектам зокрема, присвячені численні наукові роботи фахівців у галузі формування технічної творчості – С. Альтшуллера, А. Антонова, М. Бурди, В. Данченко, М. Жалдака, О. Половінкіна, А. Шуміліна, А. Чус та інших науковців, які займаються педагогічними аспектами цього питання – Ю. Бабанського, Д. Тхоржевського, Д. Чернілевського, Г. Щукіної та ін.

Етимологічно термін «активізація» походить від активності і означає – процес підвищення активності стану деякої системи, активізація щільно пов'язана з поняттями «оптимізація» та «інтенсифікація». В Українському педагогічному словнику говориться, що «активізація процесу навчання» – «удосконалення методів і організаційних форм навчально-пізнавальної роботи учнів, що забезпечує їх активну й самостійну теоретичну та практичну діяльність у всіх ланках навчального процесу» [18, с. 21].

Значущість активізації творчого процесу виходить з того, що навчальний процес у вищій школі заснований на фіксованих методах і правилах, які дозволяють студентам справлятися лише з уже відомими, повторюваними ситуаціями. При цьому освоєння готових знань (наборів рецептів) займають у студенті основну частину часу і сил, і не дозволяє їм

розвинути у себе системний, діалектичний і творчий підхід до технічних завдань та шляхів їх вирішення. У такій системі навчання студентові надається забагато теоретичних знань, що поглинають основний час, який варто було б приділити вивченню самого матеріального об'єкта, який потребує технічного перетворення.

Кожного студента слід навчати свободі вибору як технічних завдань, так і шляхів їх виконання. Як вважає М. Анісімов :«Рух суспільства – це рух до нового типу особистості, здатної успішно діяти і реалізовувати себе в умовах ринкової багатоваріантності, невизначеності й малопередбачуваності» [8, с. 36]. Отже, необхідно вчити студентів прийняттю власних рішень, а також моделям з їх вироблення, вмінню порівнювати бажання й можливості. Проблема прийняття рішень особливо загострюється в нестандартних ситуаціях, що посилюються дефіцитом часу. Тому в процесі навчання необхідно в будь-якому знанні виокремлювати якомога більше версій, варіантів, які не підводячи студента до певного висновку, дозволяють знайти кілька технічних ідей та процедур з їх втілення. На заняттях з технічної творчості треба відкрито обговорювати як прогресивні, так і помилкові, тупикові і навіть реакційні ідеї, але вибір свого особистого рішення залишати за студентом. Викладач не повинен нав'язувати і тим більше робити за студента цей вибір.

Засобами активізації пізнавальної діяльності студентів є педагогічні технології, форми та прийоми навчання, а також методи активного навчання, підсиленні застосуванням ІКТ. Оскільки всі методи активного навчання включають різноманітні судження, в тому числі обов'язково й помилкові, то слід ввести в навчальний процес метод «спроб і помилок», незаслужено забутий на перевагу іншим методам. А тим часом метод «спроб і помилок» є універсальним життєвим шляхом навчання, постійно присутнім у реальній професійній діяльності будь-якого фахівця, хоча його роль явно недооцінюється практикою вищої школи. В основі поширеного його трактування як ненаукового і недостовірного методу, лежить стереотип нібито

фахівець діє в повністю детермінованому світі і повністю в підконтрольній йому сфері діяльності. Реально ж будь-який (і особливо творчо мислячий) фахівець має справу з недостатньою, односторонньою, часом недостовірною або спотвореною інтерпретованою інформацією. У таких умовах метод «спроб і помилок» не тільки доцільний, алей досить плідний, бо він ціною малої, пробної, свого роду модельної помилки запобігає більш суттєвим прорахункам і непоправним помилкам. Однак, дотепер у системі освіти будь-яка помилка сприймається як суто негативне явище, і тим самим метод «спроб і помилок» виявився повністю виключеним із навчального процесу. Таке становище не сприяє розвитку в студентів умінь вчитися на прорахунках, неістинних концепціях і теоріях, якими рясніє наука і техніка, не дозволяє самостійно акумулювати власний досвід, який пов'язаний якраз з осмисленням помилок, що допускаються, і пробних дій [4].

П. Атутов підкреслює, що система навчання повинна бути спрямована на набуття студентами теоретичних знань, що розкриваються на практичних прикладах, на їх особистому виробничо-життєвому досвіді [9]. Доведено, що вирішення реальних виробничо-технічних завдань – найважливіший засіб активізації пізнавальної діяльності студентів.

Складний і дуже специфічний процес формування технічної творчості можна систематизувати й представити у вигляді певної послідовності виконуваних дій (алгоритму), що включає в себе готовність до творчості, вибір теми, обґрунтування доцільності роботи над темою, формування задуму й постановка задачі, експериментування ідеї, перетворення задуму в технічне рішення, складання заявки на винахід (патент). У патентно-технічній літературі наводиться чимало алгоритмів розв'язання винахідницьких завдань, проте всі вони розглядають лише технічний бік питання і тому доступні лише тим, хто вже знайомий із винахідництвом.

Отже, наступною дидактичною умовою формування технічної творчості студентів є їх *включення до конструкторсько-технологічної діяльності*.

Навчальний творчий процес можна поділити на сім етапів. Такий поділ

є умовним, адже процес творчості неперервним, оскільки не може і не існує чіткої межі між етапами. Водночас умовний поділ є необхідним і корисним, оскільки дає змогу визначити зміст власної проєктно-технологічної роботи та спланувати розвиток притаманних учням творчих здібностей на кожному з визначених етапів, відповідно до специфіки кожного з них.

Зазначимо етапи технічної творчості студентів у процесі виконання творчого завдання з розроблення та виготовлення певного технічного об'єкту. Він охоплює:

- 1) створення проблемної технічної ситуації;
- 2) формулювання ідеї зі створення чи перетворення технічного об'єкта;
- 3) побудову технічної задачі;
- 4) створення образу вирішення технічної задачі щодо майбутньої конструкції виробу, його перетворення з уявної форми в графічну мову за допомогою комп'ютерно зорієнтованих технологій;
- 5) виконання ескізів і креслень, творчих вправ-клаузур;
- 6) захист проєктів майбутнього виробу;
- 7) реалізація творчого задуму під час виготовлення виробу [20]

Проблемна ситуація має спонукати студента до техніко-конструкторської діяльності, тобто ініціювати високий рівень мотивації цієї діяльності. Для цього потрібно дібрати такий зміст завдань, запропонувати такі форми та методи організації роботи і засоби їхньої реалізації, щоб створити високий рівень мотивації студентської творчої діяльності в галузі техніки. На цьому етапі студенти з'ясовують для себе технічну ідею у вирішенні проблеми.

Під час реалізації творчого задуму студенти завжди стикаються з труднощами, що породжує потребу в конструюванні й виготовленні спеціальних пристосувань, інструментів, механізмів задля полегшення й більш якісної реалізації технічної ідеї.

Проблемну ситуацію викладач для студентів технолого-педагогічних спеціальностей може створювати на занятті гуртка або в індивідуальній

роботі. Унаслідок чого студент повинен поставити перед собою конкретну мету зі створення технічного об'єкту, визначити його функціональне призначення, умови експлуатації, з'ясувати в загальних рисах принцип дії та технічні характеристики, а за потреби – дати назву виробу. На цьому етапі студент може запропонувати кілька варіантів формулювання завдань. Найбільш вдалим є варіант, коли технічне завдання висувається замовником, навіть якщо ним є нетехнічний фахівець. У такому разі студент вивчає вимоги до виробу й формулює його характеристики зміст у тих термінах, які йому зрозумілі.

На цій стадії діяльності викладач мусить забезпечити студента потрібною технічною та технологічною інформацією. Отримавши таку інформацію, студенти обирають засоби розв'язання технічного завдання, передбачаючи конструктивні особливості створюваного технічного об'єкта, як наприклад види вузлів і деталей, способи їх з'єднання, кількість і основні функції, приблизні розміри та фізичні властивості виробу. На цьому етапі формулюються технічні вимоги до виробу (технічні характеристики), визначаються вимоги до виробу (естетичні, ергономічні, екологічні, дизайнерські тощо), а також умови безпеки його експлуатації. Задля цього студенти мають здійснити попередні оцінні розрахунки конструкції виробу.

На четвертому етапі відбувається вибір шляхів та засобів розв'язання технічної задачі. Викладач знайомить студентів із існуючими аналогами, використовуючи при цьому як описову, так і графічну мову, а також пропонуючи для розгляду натуральні вироби та макети. Рівень складності наданих відомостей залежить від підготовленості студентів. Звичайно, що конструкція виробу повинна віддзеркалювати інтелектуальні та матеріально-технічні можливості студента та лабораторії.

На цьому етапі студенти пропонують варіанти розв'язання технічної задачі, під час обговорення викладач може використовувати різні форми та методи: самостійна робота з першоджерелами, евристична бесіда, у якій з'ясовуються найкращі варіанти висунутих студентами пропозицій. Деякі

викладачі використовують сучасні методи вирішення творчих завдань – «мозкову атаку», «морфологічний аналіз», метод «фокальних об'єктів» тощо. На цьому ж етапі створені уявні образи технічних конструкцій перекладають на мову графіки. Студенти, виконуючи творчі вправи-клаузури, створюють ескізи та креслення виробу. Доцільно для інтенсифікації цієї роботи залучати графічні редактори, лабораторії з інженерного проектування. На цій стадії викладач може організувати індивідуальну, групову роботу або виконати фронтально побудову ескізу технічного рішення.

Підготовлені ескізи проєктів мають пройти стадію попереднього відпрацювання перед аудиторією. Доцільно цей етап представити як захист проєктів. Студенти захищають свою розробку, орієнтуючись на такі критерії:

1) оригінальність і грамотність конструктивного рішення – правильність технічного дизайну виробу та іншої підготовленої технічної документації;

2) технологічність розробленої конструкції, можливість її виготовлення на наявній матеріально-технічній базі;

3) правильний добір матеріалів, їх адекватна вартість, низька матеріалоемність та просте сполучення деталей, додержання головних принципів і правил дизайну, використання уніфікованих деталей, вузлів, їх міцність тощо;

4) застосування знань основ наук, рівень креативності при розв'язанні технічної задачі;

5) можливість контролю якості як виробу, так і процесу його виготовлення;

6) продемонстровані вміння обстоювати свою технічну ідею, розвиненість мовлення.

Після внесення певних коректив, доробки або переробки ескізних проєктів, унаслідок вибору кращих пропозицій студентів, створюється власне технічний проєкт, що описує дизайнерське рішення. Проєкт складається з пояснювальної записки та робочих креслень, які враховують усі вимоги до технічної документації.

Сьомий етап технічної творчості студентів полягає в підготовці та виготовленні виробу за виготовленими технічними проєктами. Звичайно, конструктивні особливості запроєктованих виробів є такими, що вони можуть бути виготовлені студентами на існуючому чи потенційно доступному обладнанні.

Підготовка до виготовлення виробу вимагає від викладача визначення форми організації такої роботи. Він може організувати практичну роботу студентів під час занять, а також у самостійній чи гуртковій роботі. Зазвичай, задля створення технічного виробу доцільно провести випробування технологічних, фізичних, хімічних та біологічних властивостей матеріалів. Отже, підготовка та безпосереднє виготовлення експериментального зразка потребує міждисциплінарних досліджень, що вимагає від викладача технічної творчості для студентів технолого-педагогічних спеціальностей попередньої підготовки та планування.

Для цього Д. Тхоржевський – фундатор методики професійної підготовки студентів технолого-педагогічних спеціальностей, пропонує на конкретних виробах вивчати не тільки трудовим прийомам і операції, але й елементи технологічної послідовності виготовлення [45]. Учений розробив систему технологічних завдань, що включає такі аспекти, як: пояснення технологічного процесу; вибір заготівлі; вибір інструмента; вибір способу установки заготівель і інструмента; визначення послідовності трудових операцій; складання операційної технології; самостійна розробка технологічного процесу.

Конструкторсько-технологічна діяльність дозволяє вирішувати проблему розвитку творчого мислення та творчих здібностей студентів. Її провідною ідеєю є органічне сполучення виконавчої й творчої діяльності. Студент ставиться в такі умови, коли безпосередньому виготовленню об'єкта праці повинні передувати розробка його конструкції й технології обробки. На початку студентові потрібно вирішити ряд технічних питань, зробити розрахунки і тільки потім приступити до виготовлення.

Конструкторсько-технологічна діяльність передбачає пошук та визначення проблеми, обґрунтування актуальності й доцільності проектування, аналіз аналогів і прототипів, вибір інструментів і обладнання; економічне та екологічне обґрунтування; маркетингові дослідження; вироблення ідей та варіантів, формулювання параметрів і граничних вимог до продукту проектування, способи використання. Тож, така діяльність передбачає розвиток всіх аспектів технічної творчості студентів.

Визначені дидактичні умови будуть сприяти формуванню технічної творчості студентів, якщо будуть використовуватися в комплексі.

Висновки до розділу 1

У Розділі з'ясовані теоретичні основи формування технічної творчості студентів, визначені й класифіковані методи технічної творчості, зміст і сутність технічної творчості студентів, виявлені та обґрунтовані дидактичні умови розвитку технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей.

З'ясовано, що технічною творчістю є специфічна форма інтелектуальної діяльності, яка спрямована на примноження розуміння про об'єктивний світ. У науковій та практичній діяльності суспільства існує розроблена система специфічних методів, які навчають технічній творчості. З-поміж них: системи методи пошуку нових технічних рішень та сучасні методи навчання технічній творчості студентів.

Визначено, що зміст технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей охоплює мотиваційний, когнітивний, практично-діяльнісний і продуктивно-рефлексивний компоненти, які в сукупності забезпечують готовність до вирішення складних технічних суперечностей шляхом постановки технічних завдань, відбору технічних ідей та засобів їх реалізації в практичній діяльності.

Дидактичними умовами формування технічної творчості студентів

технологічно-педагогічних спеціальностей є: мотиваційна забезпеченість творчого процесу, цілеспрямоване формування в студентів знань із теорії та методики технічної творчості, активізація пізнавальної та практико-перетворювальної діяльності студентів із використанням ІКТ, їх включення до конструкторсько-технологічної діяльності.

РОЗДІЛ 2

МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ СТУДЕНТІВ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЙНО- КОМУНІКАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

2.1 Огляд можливостей інформаційно-комунікаційних технологій в організації технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей

ІКТ, що можуть бути застосовані задля підтримки та організації технічної творчості студентів, доцільно розглядати в двох форматах: 1) як технології, побудовані на базі програмно-апаратних засобів і мережних та віртуальних інтерактивних середовищ для дослідження визначених параметрів творчого процесу; 2) як мультимедійні технології, що складають основу сучасних інформаційно-комунікаційних засобів навчання та забезпечують потужну технічну підтримку творчого процесу [31, с. 161].

Серед розмаїття ІКТ (мультимедійні, інтерактивні, гіпертекстові, хмарні, телекомунікаційні, Інтернет-, SMART-, web-технології, технології віртуального інформаційного простору й автоматизованих бібліотечно-інформаційних систем) [31, с. 164] найбільшу цінність складають технології графічного редагування, які дозволяють організувати перетворення технічного задуму на мову графіки. Їх розвиток, поряд із удосконаленням технічних знарядь творчої діяльності, призвів до створення систем ЧПУ, які вможливають реалізацію досить сміливих технічних ідей на автоматизованій основі.

2.1.1 Основи конструкцій та технологій роботи верстатів із ЧПУ

Історія створення систем ЧПУ починається з побудовою жакардових ткацьких верстатів від 1901 р. До них вводилися програми, нанесені на перфокарти за допомогою двійкового коду. Винахідником першого верстата з ЧПУ вважається Джон Персонс, який працював інженером у компанії свого

батька *Parsons Inc*, і запропонував для обробки пропелерів для вертольотів використовувати спеціально сконструйований верстат [28].

У 1949 р. ВПС США профінансувала фірму *Parsons Inc* в розробці верстата для контурного фрезерування складних деталей авіаційної техніки. Проте, компанія не змогла самостійно впоратися з цим завданням і залучила до роботи лабораторію сервомеханіки Массачусетського технологічного інституту (MIT). Урешті-решт у 1950 р. MIT було куплено компанію з виробництва фрезерних верстатів *Hydro-Tel* і укладено самостійний контракт з ВПС США на створення фрезерного верстата з ЧПУ. У вересні 1952 р. такий верстат уперше був продемонстрований широкому загалу. Він попри сміливих рішень відрізнявся особливою складністю, що уможливлювало його використання на виробництві [18].

Перший серійний пристрій ЧПУ було створено компанією *Bendix Corp*, а з 1955-х рр. його почали встановлюватися на верстати. Проте, цей процес йшов доволі повільно, оскільки підприємці виявилися ані морально, ані фізично неготовими до запровадження нових технічних рішень. Міністерство оборони США навіть пішло на те, щоб за власний кошт виготовити 120 верстатів із ЧПУ, щоб із рекламними цілями передати їх в оренду приватним компаніям.

До перших вітчизняних верстатів із ЧПУ промислового застосування належать токарно-гвинторізний верстат 1К62ПУ і токарно-карусельний верстат 1541П, створені в першій половині 1960-х рр. Верстати працювали спільно з системами автоматизованого управління типу ПРС-3К, «Контур-ЗП», 2Р22 і Електроніка НЦ-31та іншими, керованими перфострічками й перфокартами [18].

Застосування ЧПУ не тільки змінило характер організації виробництва в матеріалооброблювальних цехах, але й корінним чином вплинуло на конструкцію самих верстатів.

Числове програмне управління (ЧПУ) є управління автоматом за заданою робочою програмою, розробленою технологом-програмістом і

записаною у вигляді набору чисел на програмоносіїві [6].

Програмою управління або робочою програмою є набір команд, почергове виконання яких забезпечує задану процедуру обробки деталі на верстаті [6].

У випадку, якщо роботою верстату з ЧПУ управляє ПК, робоча програма зберігається безпосередньо в його. Зауважимо, що програмування обробки на сучасних пристроях ЧПУ використовується спеціальна мова G- I M- кодів, сертифікована та уніфіковано ISO – Міжнародною організації зі стандартизації [49].

Числове програмне управління (ЧПУ) стало універсальним засобом управління верстатами. Його застосовують для всіх груп і типів верстатів.

За ступенем досконалості та функціональними можливостями системи ЧПУ поділяються на такі типи [49] (див. рис. 2.1).

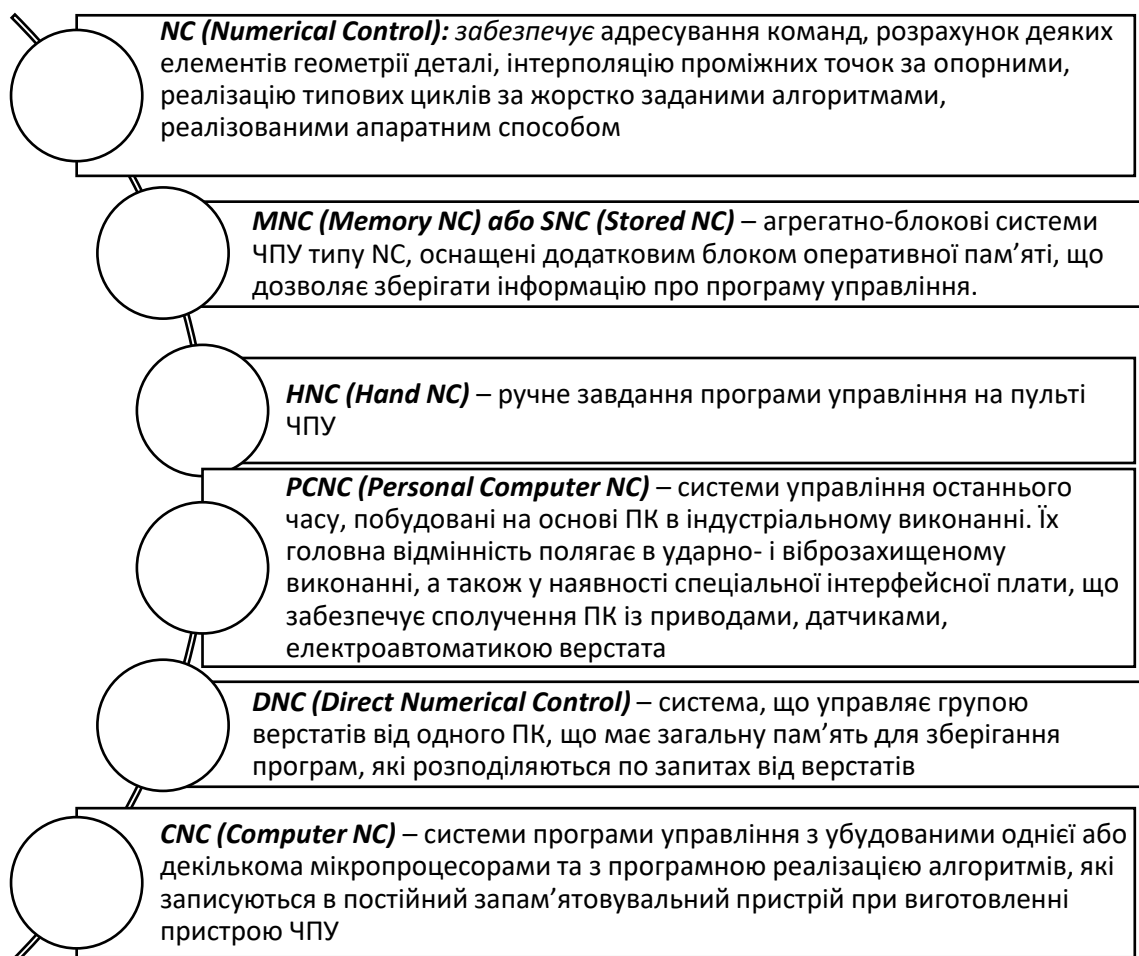


Рис. 2.1 Системи ЧПУ

У системах типу *NC* інформація в систему ЧПУ вводиться з програми управління кадрами (порціями). У системах *MNC* або *SNC* програма в пристрій ЧПУ вводиться відразу, перевіряється, а потім видається для обробки кадрами. Перевагою системи типу *MNC* порівняно з системою типу *NC* є висока надійність у роботі, оскільки складний пристрій для зчитування кожного кадру програми не потрібен. Системи типу *HNC* управляються без необхідності залучення технолога-програміста. Системи *CNC* здатні формувати типові цикли обробки відповідно до різних технологічних завдань. Програмно-математичне забезпечення для реалізації цієї можливості зберігається в постійно перепрограмувальному запам'ятовувальному пристрої, або на носіях інформації. *DNC* система, є пристроями вищого рангу й слугують для організації погодженої роботи технологічних об'єктів, включених у виробничий комплекс. Системи *PCNC* побудовані на основі ПК в індустріальному виконанні. Їх головна відмінність полягає в ударно- і віброзахищеному виконанні, а також у наявності спеціальної інтерфейсної плати, що забезпечує сполучення ПК із приводами, датчиками, електроавтоматикою верстата. Така побудова дозволяє здешевити систему ЧПУ, легко адаптувати її до різного по функціональному призначенню верстатам шляхом корекції відповідних текстових файлів програмного забезпечення. Все це дозволяє легко модернізувати застарілі системи ЧПУ *NC*, *MNC*, *SNC*, *HNC*, *CNC*, *DNC* до *PCNC*, що в ряді випадків успішно й виконується. Нарешті *STEP NC CNC* побудована на основі систем *PCNC* і така, що передбачає виключення людини від безпосередньої участі в підготовці до процесу обробки [49].

Головною частиною системи ЧПУ є пристрій ЧПУ, який належить до того ж типу, що й система. Пристрої ЧПУ типу *SNC* та *CNC* у наш час вважаються найбільш досконалими [33].

Верстат із ЧПУ має ряд уніфікованих конструктивних компонентів, серед них [46]:

- несні елементи конструкції верстату (станина, стойки, портали);

- шпиндельні коробки з електроприводами, що забезпечують потрібні швидкості й сили різання матеріалів;
- робочі столи, які можуть мати функції прямолінійного й кругового руху, що забезпечує простір для переміщення інструмента і оброблювальної заготовки вздовж та навколо.

Існує встановлений принцип роботи верстату з ЧПУ, що включає: власне стійку ЧПУ (або комп'ютер), що здійснює управління робочими органами верстату, верстат (див. рис. 2.2) та засоби зворотного зв'язку, що забезпечуються інтерфейсом і датчиками (див. рис. 2.3).

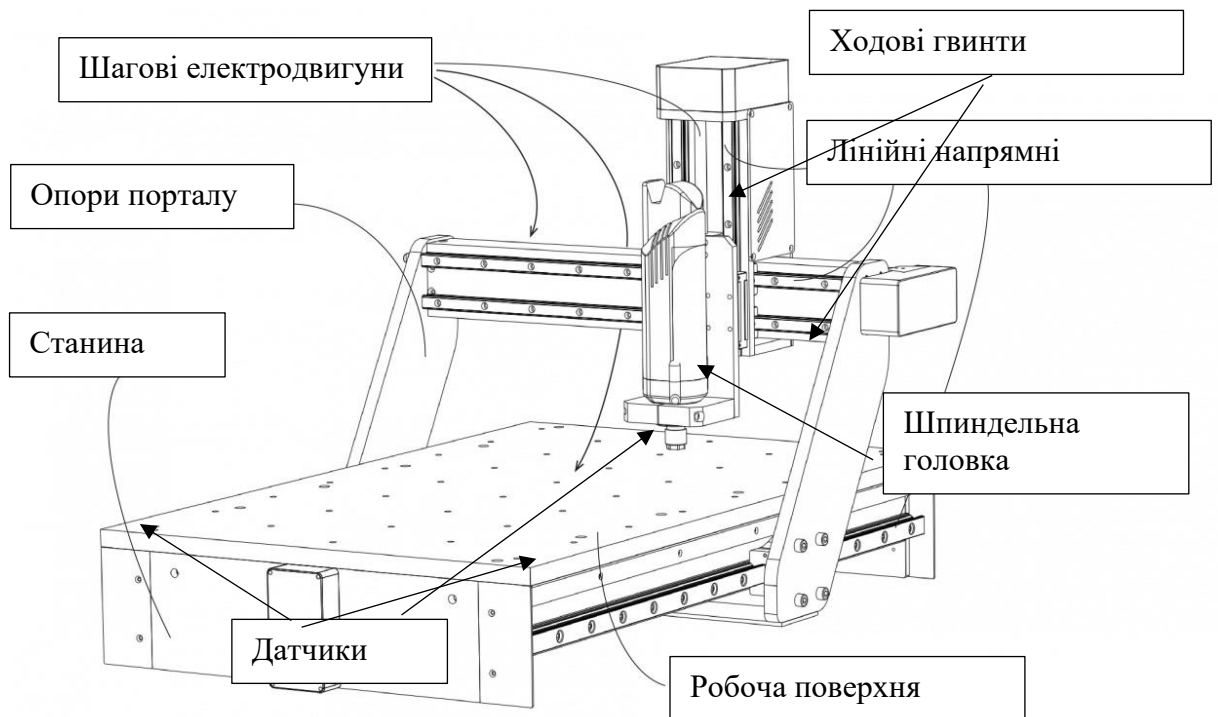


Рис. 2.2 Головні конструкційні елементи верстату, керованого ЧПУ

Умовно систему ЧПУ можна розділити на три підсистеми [33]:

- підсистему управління, головним елементом якої є контролер (процесор), що звичайно розташований у корпусі стійки ЧПУ або через інтерфейс керує з ПК;
- підсистему приводів – різні двигуни й гвинтові передачі для остаточного виконання команд підсистеми управління, тобто для реалізації

переміщення виконавчих органів верстата;

– підсистему зворотного зв'язку, що має забезпечувати через систему датчиків стану і датчиків швидкості підсистему управління інформацією стосовно реальної позиції виконавчого органу верстата й швидкості двигунів. Ця підсистема зворотного зв'язку може бути відкритого, замкненого або адаптивного типу.

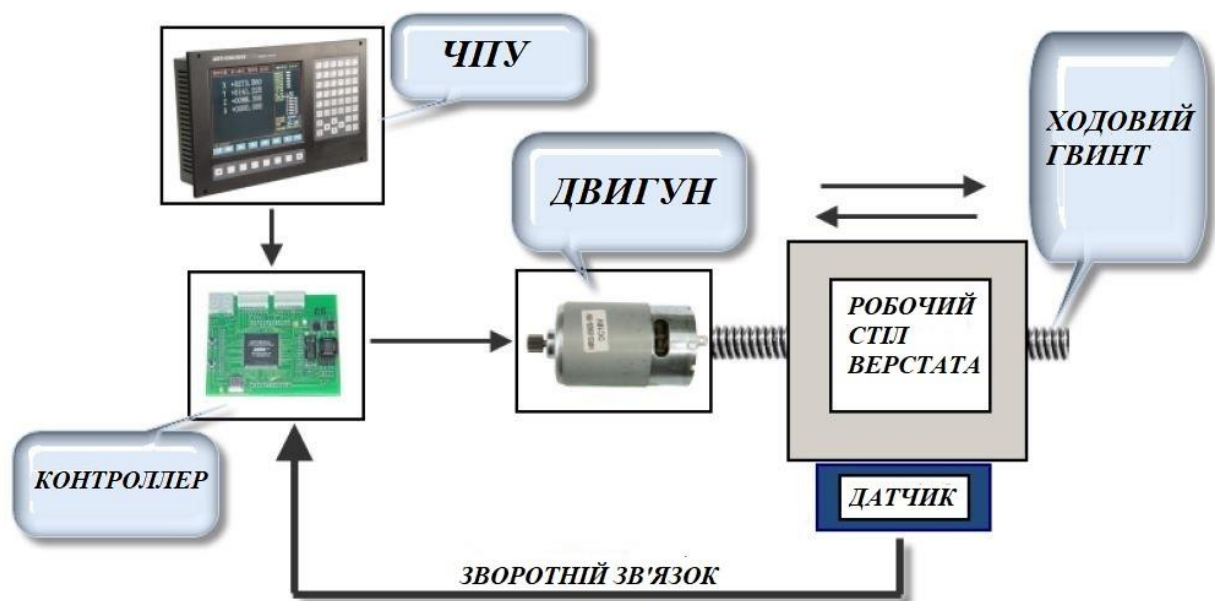


Рис. 2.3 Схема зворотного зв'язку в система ЧПУ

Системи ЧПУ керують переміщенням робочих органів верстату за допомогою програм управління, які мають бути високої точності й швидкості, а також рухом та роботою інструмента. Конструкція верстатів із ЧПУ для промислового виконання повинна враховувати поєднання різних видів обробки заготовок, їх автоматичне завантаження й вивантаження, автоматичну зміну інструменту, а також роботу системи охолодження верстату від перегріву та, за потреби, уведення засобів змащування [42].

Висока точність обробки матеріалу зумовлюється конструкцією та достатньою жорсткістю верстата. Задля цього верстати з ЧПУ мають короткі кінематичні ланцюги, що підвищує їх статичну й динамічну жорсткість. Для всіх виконавчих органів верстату застосовують автономні швидкодійні

приводи (шагові електродвигуни) з мінімально можливою кількістю механічних передач [42].

Залежно від певних ознак існують певні класифікації верстатів із ЧПУ (див. табл. 2.1).

Таблиця 2.1

Класифікації верстатів із ЧПУ

Основа класифікації	Вид верстату	Застосування
Технологічні ознаки	Токарний	обробка зовнішніх і внутрішніх поверхонь деталей типу тіл обертання, нарізування зовнішньої і внутрішньої різьби
	Фрезерувальний	обробка плоских і просторових корпусних деталей: плоске, ступеневе й контурне фрезерування з кількох боків і під різними кутами; свердління; розточування; розгортання; нарізування різьби
	Свердлильно-розточувальний	обробки отворів у деталях, свердління, розсвердлювання, зенкування, розточування, розгортання, обточування торців, фрезерування, нарізування різьби
	Шліфувальний	шліфування зовнішніх, внутрішніх і торцевих поверхонь деталей, що мають прямолінійну й криволінійну форму
	Багатоцільовий верстат	комплексної обробки деталей за одну установку, виконують практично всі операції обробки різанням
	Електроерозійний	вирізання методом електроерозії деталей складного контуру зі струмопровідних матеріалів, обробка яких іншими способами утруднена або неможлива
За принципом зміни інструменту	<ul style="list-style-type: none"> – з ручною зміною; – з автоматичною зміною в револьверній головці; – з автоматичною зміною в магазині 	
За ступенем універсальності	універсальні	різноманітні операції на заготовках широкої номенклатури в одиничному і дрібносерійному виробництвах, при ремонтних роботах
	спеціалізовані	обробка однотипових заготовок різних розмірів у масовому виробництві
	спеціальні	обробка заготовок одного найменування і одного типорозміру в масовому виробництві
За габаритними розмірами і масою	<ul style="list-style-type: none"> – легкі (до 1 т), – середні (до 10 т), – важкі (понад 10 т): великі (10 ... 30 т), власне важкі (30 ... 100 т) і особливо важкі – унікальні (понад 100 т) 	
За точністю	<ul style="list-style-type: none"> – нормальної точності (Н); – підвищеної точності (П); – високої точності (В); 	

	– особливо високої точності (А) – особливо точні (С), так звані майстер-верстати	
За призначенням	– позиційні, – контурні, – комбіновані	
За типом зворотного зв'язку	розімкнені	мають одне джерело інформації – від програми управління через пристрої управління до виконавчих органів верстата
	замкнуті	зі зворотним зв'язком за положенням робочого органу і з компенсацією похибки верстата
	адаптивні	з пристосуванням до різних зовнішніх змін у проходженні технологічного процесу

Джерело: [33]

Робота верстату з ЧПУ відбувається в такій послідовності:

1) програміст створює програму управління, у якій міститься закодована інформація про траєкторії й швидкість переміщення виконавчих органів верстата, частоту обертання шпинделя й інших даних, необхідні для виконання обробки.

2) підсистема управління зчитує програму, розшифровує її й розробляє профіль переміщення – такого собі графіка, що показує, у якій точці повинен перебувати виконавчий орган верстата через певні проміжки часу.

3) відповідно до профілю переміщення підсистема управління посилає на відповідний двигун певну кількість електричних імпульсів. Двигун обертає ходовий гвинт, і виконавчий орган верстата переміщається в зазначену позицію (координату).

4) датчики зворотного зв'язку передають до підсистеми управління інформацію про дійсну досягнуту позицію виконавчого органу. Відбувається порівняння фактичної і необхідної (теоретичної) позицій. Якщо вони не співпадають (помилка переміщення), то підсистема управління посилає скоректоване на величину помилки число електричних імпульсів на двигун. Цей процес повторюється знову й знову, поки виконавчий орган верстату не досягне необхідної позиції з певної (дуже високою) точністю [33].

Отже, сучасний верстат з ЧПУ є самоврядною робочою машиною, органічно пов'язаною з комп'ютером, що працює в реальному масштабі часу і така, що перетворює дискретні сигнали інформації в дискретні сигнали

управління.

2.1.2 Опис верстату, технічні характеристики верстата для технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей

Для потреб підготовки студентів технолого-педагогічних спеціальностей на факультеті дошкільної і технологічної освіти придбано універсальний фрезерно-гравірувальний верстат CNC 3018, який є малогабаритним, компактним і достатньо функціональним агрегатом портального типу, керований системою CNC, що забезпечує програмну реалізацію алгоритмів обробки деталей (див. рис. 2.4).



Рис. 2.4. Зовнішній вигляд та комплектація верстату CNC 3018

Верстат CNC 3018 призначений для фрезерування, різання й свердління листових і об'ємних деталей з низьковуглецевих сталей, кольорових металів та їх сплавів, пластмас, дерева та композитних матеріалів на великих швидкостях і з достатньо високою точністю. За допомогою чого можуть бути виготовлені одно- чи двосторонні друковані плати, плоске й глибоке гравірування і рельєфи різної складності, відповідно до створеної програми управління. До комплекту CNC 3018 PRO входить обладнання для виконання лазерних малюнків і лазерного гравірування на поверхні всіх

перерахованих вище матеріалів, і до того ж – на нержавіючої сталі, шкіри, кістки й керамічної глазури.

Принцип роботи. Оброблювана заготовка кріпиться на столі, що переміщається по осі «X» верстата. Шпиндельна головка з електроприводом і закріпленим ріжучим інструментом змонтована на каретці, яка пересувається на порталі по осях «Y» та «Z». Рама і портал верстата CNC 3018 виконані з коробчастих профілів, виготовлених з алюмінієвого сплаву. Деталі рами і порталу мають спеціальне захисне покриття (анодовані).

Блок ЧПУ встановлений на порталі верстата. Стіл і шпиндельна головка переміщуються по циліндричним напрямним, керовані шаговими електродвигунами за допомогою ходових гвинтів. Верстат працює від однофазної мережі 220 В, через власний блок живлення.

Головні технічні характеристики верстату подано в табл. 2.2.

Таблиця 2.2

Технічні характеристики верстату CNC 3018 PRO [37]

Найменування параметра, одиниця вимірювання	Значення
Розміри робочого столу в плані, мм	300x180
Переміщення по осях X, Y, Z, мм	300x180x75
Гранична висота заготовки над рівнем столу, мм	100
Частота обертання головки шпинделя, об / хв	7000...10000
Максимальна робоча швидкість руху заготовки (інструменту), мм / хв	300...2500
Клас точності	«B» (високий)
Точність позиціонування заготовки (інструменту), мм	0,02...0,05
Габаритні розміри (ДxШxВ), мм	400x330x350
Тип затискного патрона	Цанговий, ER11
Діаметр хвостовика інструменту (фрези), мм	3.175
Потужність лазера, Вт (вибирається замовником)	1...10

Найменування параметра, одиниця вимірювання	Значення
Сумісне ПО	ARTCAM, COPPERCAM
Підтримувані ОС	Windows
Порт інтерфейса	USB
Маса, кг	10

Як бачимо, зазначений верстат із ЧПУ дозволяє реалізувати в матеріалі будь-які творчі задуми та ідеї майбутніх учителів трудового навчання і технологій.

2.2 Побудова програми управління верстатом із ЧПУ

Стрімкий розвиток комп'ютерних і інформаційних технологій привів до появи CAD/CAM/CAE-систем, які є найбільш продуктивними інструментами для вирішення завдань проєктування й випуску продукції зі зниженою собівартістю й підвищеною якістю за допомогою верстатів із ЧПУ. Головні характеристики цих систем подані на схемі рис. 2.5.

За допомогою засобів CAD-систем створюється геометрична модель виробу, що використовується як вхідні дані у системах CAM і на основі якої в системах CAE формується необхідна для інженерного аналізу модель досліджуваного процесу.

Для підготовки технічної документації, у тому числі й згідно з вимогами ЕСТД, використовуються системи автоматизованої технологічної підготовки–CAD системи. Задля цього розроблено чимало програмних продуктів за допомогою технологій САПР. До них належать: AutoCAD, КОМПАС 3D та інші.

CAM-системи дозволяє автоматизувати створення програми управління, переведення її в формат M I G-кодів, за якими й працює система ЧПУ. Головні переваги, які одержує технолог при взаємодії із CAM-системою,

полягають у наочності роботи, зручності вибору геометрії, високій швидкості розрахунків, можливості перевірки й редагування створених траєкторій обробки заготовки. Зазвичай, більшість програмно-обчислювальних комплексів поєднують у собі вирішення завдань CAD/CAM, CAE/CAM, CAD/CAE/CAM. До таких систем належать SolidWorks, Autodesk Inventor, КОМПАС, CATIA та ін.

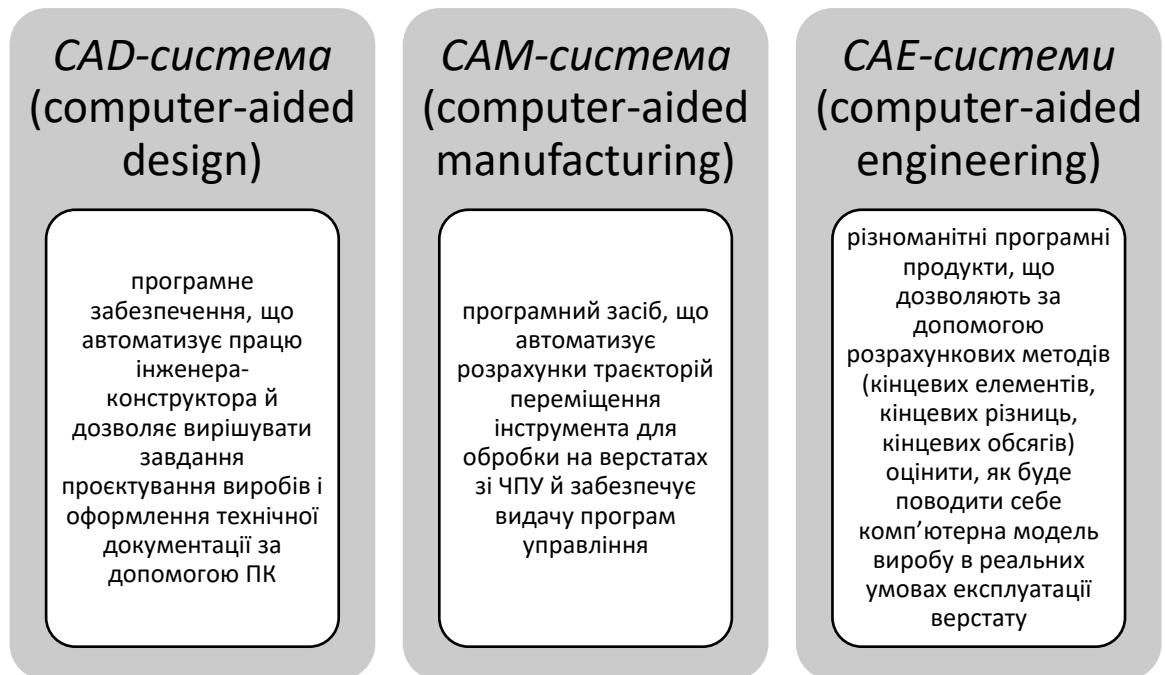


Рис. 2.5 Система зі створення програм управління для верстату із ЧПУ

Розвиток CAD/CAM/CAE-систем триває вже більше десятиріччя. За цей час відбувся деякий поділ, або, точніше, «ранжирування» систем на рівні. З'явилися системи верхнього, середнього й нижнього рівнів. Системи верхнього рівня мають величезний набір функцій і можливостей, але з ними важче працювати. Системи нижнього рівня мають досить обмежені функції, але дуже прості у вивченні. Системи середнього рівня – це «золота середина». Вони забезпечують користувача достатніми для вирішення більшості завдань інструментами, при цьому не складні для вивчення й роботи [32].

Різні CAD/CAM-системи можуть розрізнятися одна від одної сферою застосування й можливостями. Наприклад, існують системи для токарської,

фрезерної, електроерозійної обробки, деревообробки й гравірування. Незважаючи на те що більшість сучасних САМ-систем уміють створювати програми управління для будь-якого типу виробництва, такий поділ за сферами застосування залишається актуальним. Саме модульність побудови САМ-систем є частиною маркетингової політики розроблювачів і дозволяє підприємству-користувачеві заощаджувати значні кошти для придбання тільки необхідних конструкторсько-технологічних можливостей.

2.2.1 Структура програми управління

Програми управління систем із ЧПУ містять два головні види інформації: *геометричну* й *технологічну*. *Геометрична* інформація включає дані стосовно форми деталей і потрібного для їх обробки інструменту, а також вказує їх взаємне розміщення в робочому просторі верстата. *Технологічна* інформація – відомості про послідовність введення в роботу інструментів, про зміну режиму обробки, про зміну інструментів, про включення подачі охолоджуючої рідини тощо.

Для програмування роботи верстатів із ЧПУ необхідно підготувати креслення деталі; мати інструкцію з експлуатації верстату та інструкцію з його програмування в G і M-кодах; каталог різальних інструментів; знати нормативи режимів різання [41].

Програміст-технолог зазвичай готує програму управління в певній послідовності, що дозволяє в майбутньому здійснювати необхідне налаштування обробки деталі. Головні етап роботи показано на схемі рис. 2.7.

Міжнародним стандартом ISO регламентовані єдині правила кодування інформації в програмах управління для верстатів ЧПУ [49].

Програми управління записують у вигляді послідовності *кадрів*, які вводяться та обробляють як єдине ціле. За допомогою буквенних, цифрових та графічних символів створюють умовний запис кадру, що має певний формат, прийнятий у даному пристрої ЧПУ.

Кожний кадр повинен містити: слово «Номер кадру»; інформаційні слова або слово; символ «Кінець кадру». Залежно від моделі верстата зміст

кадру може відрізнятися, але послідовність запису символів повинна відповідати стандарту на формат кадру.

Структура програми управління показана на рис. 2.8.

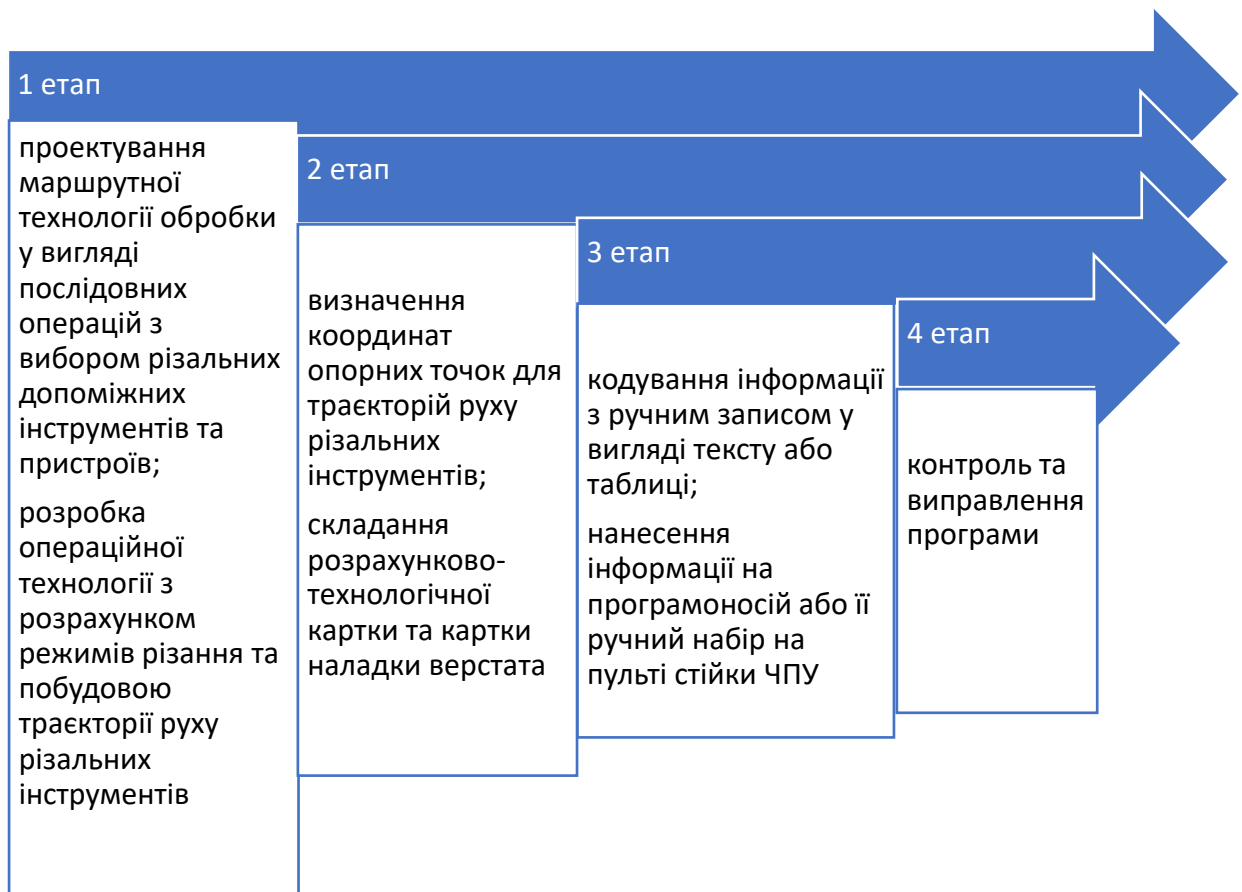


Рис. 2.7 Технологічна схема роботи технолога-програміста (за [41])

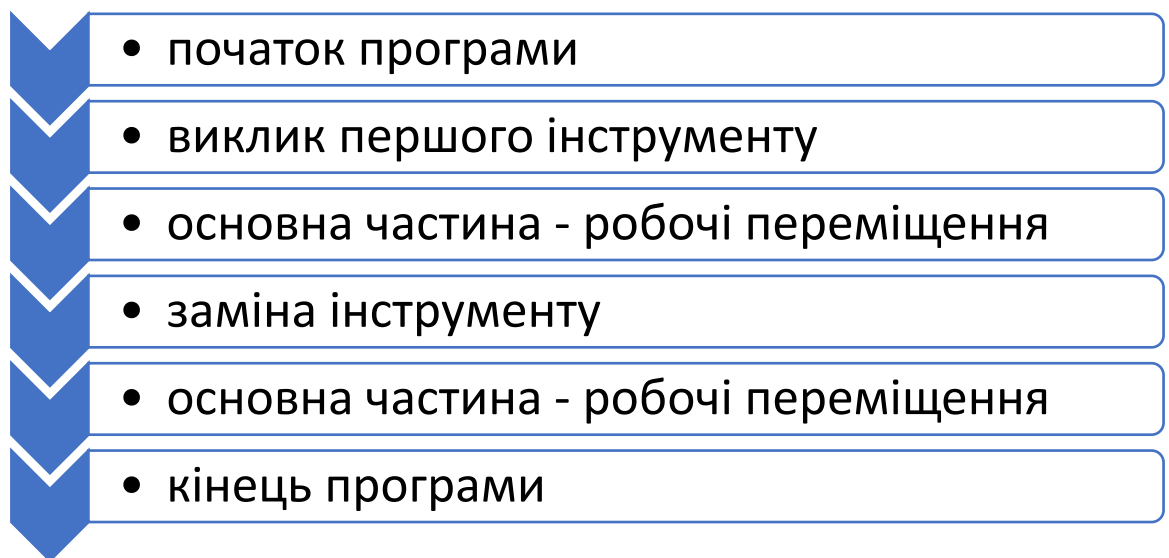


Рис. 2.6. Блок-схема програми управління для верстатів із ЧПУ

2.2.2 Підготовка програми управління за допомогою САМ-системи

Ще одним методом підготовки програми управління є програмування за допомогою CAD/CAM-систем. Працюючи з CAD/CAM-системою, технолог-програміст запобігає трудомістких математичних розрахунків і одержує інструменти, що значно підвищують швидкість написання програми управління.

Загальна схема роботи з CAD/CAM-системою [33]

1. В CAD-системі створюється електронне креслення або 3D-модель деталі.

2. Електронне креслення або 3D-модель деталі імпортується в САМ-систему. Технолог-програміст визначає поверхні й геометричні елементи оброблюваної поверхні, вибирає стратегію обробки, відбирає різальний інструмент, призначає доцільні режими різання. Система автоматично розраховує траєкторії переміщення інструмента.

3. У САМ-системі відбувається верифікація (візуальна перевірка) створених траєкторій. Функція бекплота (Backplot) дозволяє програмістові відслідковувати переміщення різального інструменту. При цьому він може спостерігати за траєкторією центра інструмента й самим інструментом безпосередньо на 3D-моделі. За умови виникнення помилок, відбувається налагодження й коригування програми управління.

4. Фінальним продуктом САМ-системи є код програми управління, що генерується постпроцесором згідно зі специфікацією верстата з ЧПУ.

Як правило, *бекплот* використовується для попередньої перевірки розрахованих траєкторій і налаштування технологічних параметрів операції.

Після цього проводять тестування УП безпосередньо на верстаті [34]. Адже, не всі помилки, що є в програмі, можуть бути розпізнані інструментами верифікації на комп'ютері. Але навіть якщо в коді УП немає жодної помилки, оператор верстата може випадково внести в коректор СЧПУ неправильні значення довжини й радіуса інструментів або помилитися в «прив'язці» до деталі, що неминуче призведе до браку. Для того щоб виключити будь-яку

помилку, перед виготовленням реальної деталі прямо на верстаті роблять пробний прогін або *тестову обробку*.

Це передбачає таку стратегію, як [43]:

1. Усі прискорені переміщення виконуються над поверхнею заготівлі на безпечній відстані, при цьому:

- в УП номери інструментів і номери коректорів збігаються;
- інструмент, установлений в інструментальному магазині верстата, відповідає інструменту, описаному в УП;
- інструмент надійно закріплений у патроні;
- у стійці ЧПУ перебувають правильні значення компенсації довжини й радіуса інструментів;
- призначені правильні режими різання;
- шпиндель обертається в правильному напрямку;
- в УП є присутнім команда на включення охолоджувальної рідини при необхідності;
- операції обробки виконуються в правильному порядку;
- чорнові операції виконуються перед чистовими операціями;
- заготівля надійно закріплена в пристосуванні;
- інструмент переміщується від одного оброблюваного елемента деталі до іншого на безпечному рівні по осі Z.

3. Виконується графічна перевірка програми на стійці ЧПУ, якщо це можливо.

4. Відпрацьовується УП на холостих ходах:

- o на режимі покадрової обробки УП;
- o на зменшеній швидкості робочої подачі;
- o при зміщеній нульовій точці деталі на безпечну відстань над поверхнею заготівлі й прогону УП "по повітрю".

5. Виконання обробки деталі зі зменшеними робочими режимами при нормальних положеннях інших параметрів.

6. Перевірка розмірів деталі. При необхідності коректування УП.

Схема такої роботи показана на рисунку ДЗ додатка Д.

2.2.3 Середовища для створення програм управління верстатом з ЧПУ

У додатку Е подано описі технологічних можливостей САМ-систем, що можуть бути використані в підготовці програм управління для верстату з ЧПУ.

В основному тексті роботи ми представимо принцип роботи програми, що дозволяє проводити випалювання лазерним променем на верстаті CNC 3018 PRO.

LaserGRBL вважається одним із найкращих вільно розповсюджуваних продуктів, що працює з ОС Windows. Може готувати програми управління для пристроїв типу Arduino. Цей програмний продукт спеціально розроблений для управління роботою лазерного різака та гравера [50].

Має простий і зрозумілий користувацький інтерфейс (рис. 2.9). Його можливостями є [50]:

1. Контроль підключення з вибором послідовного порту й швидкості передачі даних відповідно до конфігурації мікропрограми grbl.
2. Керування виконання програми управління, що дозволяє бачити ім'я завантаженого файлу та хід процесу гравірування.
3. Управління вручну через уведення покроково кадрів програми управління.

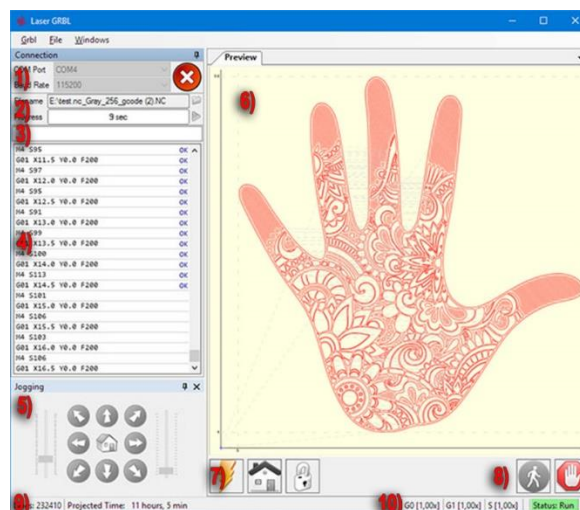


Рис. 2.9 Інтерфейс програми

4. Журнал команд, що дозволяє відслідковувати послідовність виконання

команд із виявляти помилки.

5. Керування бігом, що вможлиблює позиціонування лазерної голівки вручну. Лівий вертикальний повзунок (рис. 2.9) контролює швидкість руху, правий повзунок регулює розмір кроку.
6. Попередній перегляд гравірування: у цій області відображається остаточний попередній перегляд роботи. Під час гравіювання маленький синій хрестик відображатиме поточне положення лазера під час роботи.
7. Grbl скидання / самонаведення / розблокування: ці кнопки подають відповідні команди задля керування ходом налаштування програми управління.
8. Утримання та відновлення подачі: за допомогою цих кнопок можна призупинити та відновити виконання програми, надсилаючи команду «Утримання подачі» або «Відновити» на дошку grbl.
9. Кількість рядків та прогнозування часу: LaserGRBL може оцінювати час виконання програми на основі фактичної швидкості та прогресу роботи.
10. Замінює статус керування: показує та змінює фактичну швидкість та заміну потужності.
11. Перевизначення – це нова функція grbl v1.1, яка не підтримується у попередній версії.

У наступному розділі ми покажемо методику використання зазначеної програми на заняттях з курсу «Системи ЧПУ»

2.3 Правила техніки безпеки при роботі з верстатами із ЧПУ

Верстат CNC 3018 встановлено в одному з приміщень навчальної майстерні факультету дошкільної та технологічної освіти Криворізького державного педагогічного університету.

У приміщенні знаходиться: одне джерело безперебійного живлення, модем, комп'ютер, верстат ЧПУ.

Поверхня приміщення має світлу фактуру. Площа приміщення складає

9 кв.м. Внутрішнє оздоблення приміщення виконане матеріалами, які не виділяють у повітря шкідливих хімічних речовин. Поверхня стелі приміщення пофарбована в білий тон. Поверхня підлоги є рівною, неслизькою, зручна для вологого прибирання.

У виробничому приміщенні є негативні фізичні, хімічні та психофізіологічні фактори [52].

До фізичних факторів відносяться:

а) Підвищений рівень електростатичних зарядів: комп'ютера та верстата ЧПУ – джерела електростатичних зарядів. Неприятливий вплив електростатичного поля виявляється в тому, що воно здатне притягувати пил та бруд, присутні в повітрі навколо дисплею та біля верстату ЧПУ. Це може спричинити бронхо-легеневі захворювання.

б) Підвищений рівень шуму на робочому місці несприятливо діє на слуховий апарат. На робочому місці основним джерелом шуму є вентилятор системного блоку, переміщення робочого інструменту, обертання електродвигунів. Вплив шуму виражається у зниженні розумової працездатності, швидкій втомлюваності, послабленні уваги, появі головного болю.

в) Недостатня освітленість робочих поверхонь у робочій зоні верстату та дисплею комп'ютера, особливо при нераціональному розташуванні екрана стосовно очей.

г) небезпечне значення напруги в електромережі, замикання, яке може пройти через тіло людини у випадку дотику до відкритих струмоведучих частин електроустаткування та електропроводам з порушеною ізоляцією.

До хімічних факторів належать:

а) Підвищена іонізація повітря [52]: в робочому приміщенні від роботи комп'ютера та верстату ЧПУ відбувається трансформація іонного складу повітря протягом робочої зміни. Зміна балансу іонного складу повітря призводить до негативного впливу на стан здоров'я: розумову та фізичну працездатність, розвиток втоми, діяльність серцево-судинної системи, бронхо-

легеневого апарату, короткочасної пам'яті.

б) Підвищений рівень випромінювань: дисплей комп'ютера – потенційне джерело випромінювання кількох діапазонів електромагнітного спектра: рентгенівського, оптичного, радіостатичного. Випромінювання лазерного променя робочої головки верстату може негативно вплинути на шкіру та очі людей, призвести до опіків.

Для створення безпечних та здорових умов працюючих з комп'ютерами та верстату ЧПУ велике значення має раціональна організація робочого місця з урахуванням певних вимог [42]

Робоче місце – це частина простору, у якій працівник здійснює трудову діяльність. Добре й правильно облаштоване робоче місце з точки зору простору, форми, розміру забезпечує зручність та безпечність роботи працівника з одночасною високою продуктивністю праці при найменшій фізичній та психічній напрузі. При правильній організації робочого місця продуктивність праці зростає до 20% [45].

При організації робочого місця оператора верстату з ЧПУ повинні бути дотримані наступні вимоги:

- оптимальне розміщення використовуваного устаткування, що входить до складу робочого місця;
- достатній робочий простір, що дозволяє здійснювати всі необхідні рухи й переміщення;
- природне й штучне освітлення для виконання поставлених задач;
- рівень акустичного шуму не повинен перевищувати допустимого значення.

Незважаючи на те, що верстат із ЧПУ працює від мережі електричного струму в 220 В, можуть виникнути перепади напруги. Захисне заземлення – умисне електричне з'єднання із Землею або її еквівалентом металевих не струмоведучих частин, які можуть опинитися під напругою.

Було проведено розрахунок заземлюючого пристрою із вертикальних електродів для електроустановки з напругою живлення 220 В.

Електрод: тип – трубчастий; довжина – 2 м; діаметр – 25 мм = 0,02 м;
питомий опір ґрунту – 600 Ом.

Опір розтікання струму одного вертикального електрода, Ом:

$$R_e = \frac{\rho}{2 \times \pi \times l} \times \left[\left(\ln \frac{2 \times l}{d} \right) + \frac{1}{2} \times \ln \left(\frac{4 \times t + l}{4 \times t - l} \right) \right] \quad (2.1)$$

де ρ – питомий опір ґрунту у місці розташування заземлювачів,
600 Ом·м;

l – довжина трубчастого електрода, 2 м;

d – діаметр трубчастого електрода, 0,02 м;

t – глибина розташування середини електрода від поверхні землі, м;

$$t = t_0 + \frac{l}{2} \quad (2.2)$$

де t_0 – відстань від верхньої точки трубчастого заземлювача до поверхні землі; 0,5 м.

$$t = 0.5 + \frac{1}{2} \times 3 = 2(\text{м}),$$

$$R_e = \frac{600}{2 \times 3.14 \times 2} \times \left[\left(\ln \frac{2 \times 2}{0.02} \right) + \frac{1}{2} \times \ln \left(\frac{4 \times 2 + 2}{4 \times 2 - 2} \right) \right] = 200.83(\text{Ом})$$

Підрахунок попередньої кількості заземлювачів (має бути цілим числом) здійснюється за формулою (2.3):

$$n' = \frac{R_e}{R_{\text{дон}}} \quad (2.3)$$

де $R_{\text{дон}}$ – допустимий опір заземлюючого пристрою, згідно з правилами улаштування електроустановок допустимий опір заземлення складає 3 Ом для установок з напругою до 900 В.

$$n' = \frac{201}{3} = 67(\text{шт})$$

Встановлення потрібної кількості вертикальних електродів виконується за формулою (2.4):

$$n = \frac{n'}{\eta_e} \quad (2.4)$$

де η_e – коефіцієнт використання вертикальних електродів, який враховує

обопільне екранування, 0,39.

$$n = \frac{67}{0.39} = 171(\text{шт})$$

Розрахунок довжини з'єднувальної штаби L (яка з'єднує всі вертикальні стержневі або трубчасті електроди) за формулою (2.5):

$$L = a \times n \times l \quad (2.5)$$

де a – значення відношення відстані між електродами до їх довжини, 1 м.

$$L = 1 \times 171 \times 3 = 513 \text{ (м)}$$

Опір розтіканню струму з'єднувальної штаби без урахування екранування, Ом:

$$R_{ш} = \frac{\rho}{2 \times \pi \times L} \times \ln \frac{2 \times L^2}{b \times t_0} \quad (2.6)$$

де b – ширина з'єднувальної штаби, 0,02 м (повинна дорівнювати діаметру електрода).

$$R_{ш} = \frac{600}{2 \times 3.14 \times 513} \times \ln \frac{2 \times 513^2}{0.02 \times 0.5} = 5.26(\text{Ом})$$

Загальний опір заземлюючого пристрою R_3 , який складається із опору вертикальних електродів та опору з'єднувальної штаби, Ом:

$$R_3 = \frac{R_e \times R_{ш}}{R_e \times \eta + R_{ш} \times \eta_e \times n} \quad (2.7)$$

де $\eta_{ш}$ – коефіцієнт використання з'єднувальної штаби, 0,20.

$$R_3 = \frac{200.83 \times 5.26}{200.83 \times 0.20 + 5.26 \times 0.39 \times 171} = 2.7(\text{Ом})$$

Висновок: $R_3 = 2,7$ Ом, $R_{\text{доп}} = 4$ Ом, $R_3 < R_{\text{доп}}$ загальний опір заземлюючого пристрою відповідає вимогам. Таким чином, можна зробити висновок, що 171 вертикальних заземлювачів достатньо для надійного захисту від ураження електричним струмом у лабораторії, де встановлений верстат із ЧПУ.

Характеристика приміщення за пожежо- та вибухонебезпечністю

Дане приміщення було розглянуто з точки зору пожежо- та вибухонебезпечністю та віднесене до приміщень із категорією В.

Характеристика виробничого приміщення відносно цієї категорії:

горючі рідини та тверді горючі речовини, вони здатні тільки горіти при взаємодії з водою, киснем, за умови, що приміщення, в яких вони є в наявності або обертаються, не належать до категорії Б.

Можливі причини виникнення пожежі в приміщенні – це короткі замикання від перенапруги, недотримання правил ТБ, використання пристроїв не за призначенням.

Противопожежні заходи

Блок корпусу, де знаходиться майстерня, зроблений із цегли, має 3 поверхи, належить до II ступеня вогнестійкості. У корпусі передбачені один основний вихід та два евакуаційних виходи. Довжина евакуаційного виходу не перевищує 60 м.

У приміщенні майстерні передбачено такі заходи пожежобезпеки:

- загальний рубильник, який у разі виникнення загрози перевантаження знеструмлює все обладнання;
- вся електропроводка виконана у закритій формі;
- у приміщенні знаходиться порошковий вогнегасник, для гасіння полум'я в електроустановках;
- проведення інструктажів з техніки безпеки.

Приміщення корпусу в Криворізькому державному педагогічному університеті оснащено сучасною протипожежною сигналізацією та системою пожежогасіння, підключеної безпосередньо до системи господарсько-питного водопроводу, оскільки ймовірність виникнення пожежі в даній будівлі відносно не велика і встановлювати пожежний водопровід немає потреби. Для дотримання правил безпеки при роботі з електрообладнанням необхідно проводити регулярні інструктажі. В коридорі на стіні обов'язково знаходиться план евакуації з приміщення під час надзвичайної ситуації.

Зміст інструктажу з техніки безпеки подано в додатку Ж.

Для обслуговування й ремонту верстатів з ЧПУ допускаються особи не молодше 18 років, які пройшли медичний огляд, навчання за відповідною програмою, інструктаж з безпечних методів роботи.

Висновки до розділу 2

У розділі проаналізоване сучасне методичне забезпечення формування технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей.

З'ясовані можливості верстатів з ЧПУ як самокерованих робочих машин, що органічно пов'язані з обчислювальною машиною (комп'ютером) та здійснюють обробку деталей в реальному масштабі часу, у розвитку технічних здібностей студентів.

Досліджено технічні та програмні характеристики верстатів із ЧПУ, детально проаналізовано параметри верстату CNC 3018 PRO щодо матеріально-технічного й змістовного забезпечення курсу «Системи ЧПУ» для студентів технолого-педагогічних спеціальностей, організації їх технічної творчості з художньої обробки матеріалів шляхом фрезерування й гравірування.

Розглянуто особливості побудови програми управління в різних віртуальних середовищах із застосуванням САМ-систем для верстату з ЧПУ, схарактеризовано етапи виготовлення об'єктів технічної творчості.

Досліджено особливості виробничого приміщення, розраховано значення для створення засобів заземлення обладнання та пристосувань, наведено протипожежні заходи, узагальнено правила техніки безпеки при роботі з верстатом із ЧПУ під час навчальних занять у майстернях.

РОЗДІЛ 3

ДОСЛІДНИЦЬКА РОБОТА З ФОРМУВАННЯ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ СТУДЕНТІВ ТЕХНОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

3.1. Вивчення стану та аналіз проблеми у практиці роботи вищої педагогічної школи

Метою дослідницької роботи є пошук чинників, що сприяють формуванню технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей.

Ця мета реалізовувалася нами поетапно, у ході констатувального, дослідницького та контрольного етапів.

Констатувальний етап був націлений на вирішення наступних завдань:

- на основі аналізу наукової та методичної літератури виявити сутність та зміст технічної творчості, критерії, показники, ознаки рівнів її сформованості в студентів технологічно-педагогічних спеціальностей;
- з'ясувати дидактичні умови, що сприяють формуванню технічної творчості студентів із використанням ІКТ шляхом узагальнення та систематизації першоджерел та практичного досвіду;
- виявити наявний стан сформованості технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей із застосуванням анкетування, опитування, діагностичних контрольних робіт;
- проаналізувати отримані дані і на цій основі створити дослідницьку програму з апробації визначених дидактичних умов.

Дослідницька робота проводилася впродовж 2019-2020 рр. зі студентами 3 і 4 курсів факультету дошкільної та технологічної освіти Криворізького державного педагогічного університету, напряму підготовки «Технологічна освіта. Автосправа», вона охопила 25 студентів.

Нами з'ясовано, що технічною творчістю є специфічна форма інтелектуальної діяльності, яка спрямована на примноження розуміння про

об'єктивний світ. У літературі виокремлюють такі критерії сформованості технічної творчості студентів, як-от: мотиваційна налаштованість на творчий процес, технічна спостережливість, критичність та інноваційність. Відповідні показники подано в табл. 3.1.

Таблиця 3.1

Критерії та показники розвитку технічної творчості студентів

<i>Критерії</i>	<i>Показники</i>
Мотиваційна налаштованість на творчий процес	<ul style="list-style-type: none"> – прагнення до винайдення найкращих варіантів вирішення технічних завдань; – спрямованість на оригінальність під час виконання технічних завдань; – допитливість; – захопленість технічною творчістю; – прагнення до творчих досягнень;
Технічна спостережливість	<ul style="list-style-type: none"> – сприйняття об'єкту як технічного; – уміння встановлювати асоціації; – уміння робити аналогії; – уміння сприймати принципи й вбачати закономірності, що лежать в основі роботи технічних об'єктів;
Критичність	<ul style="list-style-type: none"> – уміння знаходити проблеми та недоліки в технічних об'єктах; – здатність до аналізу закономірностей; – здатність до побудови гіпотез;
Інноваційність	<ul style="list-style-type: none"> – здатність генерувати нові технічні ідеї; – уміти визначати шляхи використання вже відомих ідей у нових умовах; – бажання внести щось «своє» у процес чи результат діяльності; – спрямованість кінцевий на результат; – намагання самостійно розібратися в технічній проблемі

Джерело: [8, 26, 45]

За яскравістю вияву цих показників під час організації навчальної діяльності вводимо три рівні сформованості технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей – низький, середній та високий (див. табл. 3.2).

**Ознаки рівнів сформованості технічної творчості студентів
технологічно-педагогічних спеціальностей**

<i>Рівень</i>	<i>Ознаки рівня сформованості</i>
Низький	Студенти не проявляють зацікавленості до технічної творчості та навчальних дисциплін, на яких вивчаються основи технічної творчості; не спрямовують свої розумові зусилля на пошук закономірностей, не проявляють інтересу до технічних об'єктів і процесів; не в змозі навести власні прикладів на підтвердження своєї думки; при ускладненні під час вирішення завдань не доводять справу до кінця; здатні пропонувати ідеї, фантазувати, переносити знання в частково змінені ситуації, уміють аналізувати, синтезувати та узагальнювати навчальну інформацію, прагнуть до високої оцінки власної діяльності; однак, їм бракує допитливості, активності, усвідомлення значущості творчої діяльності, прагнення до самовираження, упровадження нового.
Середній	Студенти відтворюють більшу частину навчального матеріалу з навчальних дисциплін, на яких вивчаються основи технічної творчості, застосовуючи необхідну термінологію; розкривають сутність творчого процесу; характеризують основні положення техніки; розв'язують прості типові винахідницькі задачі, роблять висновки; виявляють ситуативну активність, охоче беруть участь у вирішенні технічних завдань; прагнуть до продуктивності, до знаходження кращих варіантів вирішення завдання; вміють побачити проблему, висунути гіпотезу, спланувати її перевірку за допомогою викладача; виказують почуття захопленості творчою діяльністю, інтерес до нових форм і методів роботи.
Високий	Студенти системно відтворюють навчальний матеріал у межах програми навчальних дисциплін, на яких вивчаються основи технічної творчості; розкривають сутність технічних явищ, процесів; здатні швидко й легко переходити від явищ одного класу до явищ іншого, встановлювати між цими явищами асоціативні зв'язки; самостійно розв'язують вправи і задачі у межах програми; роблять чітко сформульовані висновки; мають сформовані навчально-пізнавальні мотиви, намагаються власноруч розібратися в правильності тих чи тих тверджень, висновків, рішень, мають власну чітку точку зору; у навчально-пізнавальній діяльності намагаються внести щось «своє», реалізувати різні форми технічної творчості; прагнуть до творчого самовираження, виявляють гнучкість, оригінальність, комунікативність, розвинену фантазію, критичне та образно-асоціативне мислення, активну життєву позицію, здатні переживати емоції творчого пошуку; співпрацюють у вирішенні творчих завдань, прагнуть до введення нового.

За результатами експертної оцінки викладачів кафедри загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання та вивчення академічних журналів, були визначені такі показники рівнів сформованості технічної творчості студентів (див. табл. 3.3).

Таблиця 3.3

**Вихідний рівень сформованості технічної творчості студентів
технологічно-педагогічних спеціальностей (у %)**

Групи	К-сть студентів	Рівні сформованості		
		Високий	Середній	Низький
ТОА-15	15	13,3	53,3	33,4
ТОА-16	10	10,0	60,0	30,0

Кількісний аналіз результатів показує, що більшість студентів перебуває на середньому та низькому рівнях сформованості технічної творчості. Це понад 88% студентів технологічно-педагогічних спеціальностей.

Зі студентами було проведено анкетування щодо їх переваг та інтересів у творчій діяльності за «Карткою інтересів» А. Голомштока [44] (див. додаток Б). Виявилось, що суто технічній творчості надають перевагу 48% з опитаних нами студентів, ще 20% обрали фізико-математичний та інформатичний напрями творчості.

Щоб з'ясувати резерви в формуванні технічної творчості студентів їм було запропоновано питання тесту «Самодіагностика рівня креативності студентів», розроблений Є. Ільїним [25] (див. Додаток В). Як показали результати 80% майбутніх учителів технологій і креслення мають високий рівень творчого потенціалу.

Далі ми намагалися в'ясувати чи цікавлять студентів заняття з технічної творчості. Задля цього нами було проведено співбесіди за такими орієнтовними питаннями:

1. Чи маєте Ви досвід занять із технічної творчості?

А. так Б. ні В. незначний

2. Чи хотіли б Ви займатися технічною творчістю?

A. так Б. ні В. не знаю

3. Чи подобається Вам займатися творчістю в технічному напрямі?

A. так Б. ні В. не знаю

4. Які навчальні дисципліни, пов'язані з технічною творчістю, Ви вивчали в нашому університеті?

5. Чи отримали Ви чіткі уявлення стосовно змісту й сутності технічної творчості після завершення вивчення цих дисциплін?

A. так Б. ні В. не в повній мірі

6. Якщо б Вам запропонували займатися технічною творчістю в межах самостійної роботи, чи погодилися би Ви?

A. так Б. ні В. не знаю

7. Чи хотіли б Ви займатися технічною творчістю за допомогою верстату з ЧПУ?

A. так Б. ні В. не знаю

8. Як на Вашу думку застосування верстату ЧПУ на заняттях із загальнотехнічних дисциплін роблять їх цікавішими?

A. так Б. ні В. не знаю

Результати співбесід показали, що ставлення до самостійних занять технічною творчістю, використання спеціального обладнання з метою організації технічної творчості в студентів різне. Більшість (80%) вважають це цікавим, із інтересом займаються на курсах «Практикум у навчальних майстернях», «Технічна творчість учнів», «Різання, верстати та інструменти», відвідують організовані на факультеті гуртки «Художня обробка металу», «Художня обробка деревини» та припускають, що набуті знання знадобляться їм у майбутній професійній діяльності та в особистому житті.

За результатами проведеної бесіди було визначено рівень зацікавленості студентів у організації технічної творчості з використанням верстату ЧПУ при вивченні однойменної дисципліни. Показниками слугували такі особистісні вияви студентів, як-от: регулярність відвідування занять курсу та гуртків технічної творчості, ступінь повноти та оригінальності у виконанні

програмних навчальних завдань, участь у творчих конкурсах і виставках. Отримані результати представлені в табл. 3.4 та на ілюстративній діаграмі рис. 3.1.

Таблиця 3.4

Вихідні рівні зацікавленості студентів у організації технічної творчості з використанням ІКТ

Рівні	ТОА-15 (контрольна)		ТОА-16 (дослідницька)	
	Відповідей	%	Відповідей	%
Високий	6	40,0	4	40,0
Середній	8	53,3	5	50,0
Низький	1	6,7	1	10,0
Всього	15	100	10	100

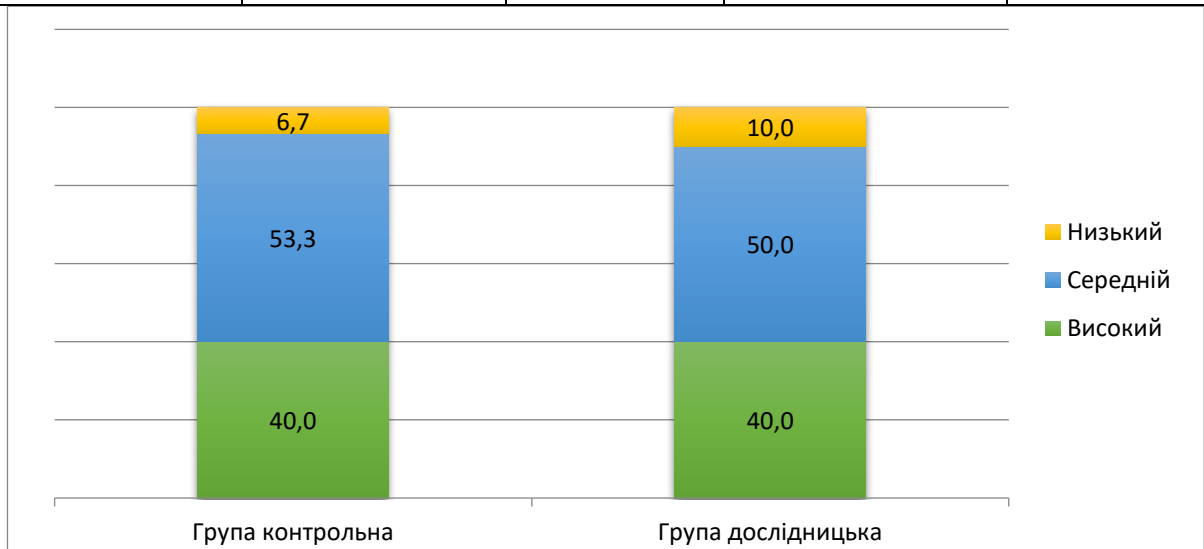


Рис. 3.1 Рівні зацікавленості студентів у організації технічної творчості (у %)

Кількісний аналіз даних табл. 3.4 свідчить про те, що студенти загалом зацікавлені в організації технічної творчості. В уточнюючих бесідах вони зазначили, що їм хотіло би займатися на сучасному обладнанні, навчитися користуватися комп'ютерно зорієнтованими технологіями, проектувати у віртуальних лабораторіях різноманітні вироби, які мають художню цінність.

Щоб з'ясувати причини й резерви в формуванні технічної творчості

студентів ми опрацювали освітню програму та навчальний план підготовки бакалаврів зі спеціальності 014.10 Середня освіта (Трудове навчання і технології).

З'ясували, що проведення занять із технічної творчості ведеться на основі вже вивчених предметів, а саме: різання матеріалів, практикум у навчальній майстерні з ручної обробки деревини, практикум у навчальній майстерні з механічної обробки деревини, практикум у навчальній майстерні з механічної обробки металу, практикум у навчальній майстерні з ручної обробки металу, технологічна практика, дисципліни інженерного спрямування – технології конструкційних матеріалів, елементи декоративно-прикладного мистецтва, є також дисципліна «Технічна творчість учнів» та «Основи інженерно-педагогічної творчості».

Метою вивчення дисципліни «Технічна творчість учнів» є: формування в студентів знань з техніки та методик у технічній творчості, нових технологій, розуміння сутності раціоналізаторських пропозицій, винаходів, відкриттів у технічній сфері.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен *знати*: в чім сутність технічної творчості, особливості та цілі курсу, основи технічної діяльності та *вміти*: розв'язувати творчі технічні задачі, обирати раціональні методи та схематично відображати рішення, конструювати технічні об'єкти.

Метою вивчення дисципліни «Основи інженерно-педагогічної творчості» є: формування в студентів мотивів до творчої професійної діяльності, потреби в творчому підході до вирішення професійних проблем й удосконаленні творчих можливостей, закладання теоретичних основ інженерно-педагогічної творчості, озброєння способами й прийомами творчої роботи майбутнього вчителя технологій і креслення та викладача загальнотехнічних і спеціальних дисциплін за транспортним профілем [38].

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен: *знати* історичні передумови та сучасні особливості розвитку інженерно-педагогічної творчості в Україні та закордоном; предмет педагогіки творчості, базові

поняття, закони та принципи педагогіки творчості; історико-філософські та психологічні аспекти проблеми творчості; особливості педагогічного управління творчою навчальною діяльністю студентів (учнів); фактори успішності творчої діяльності та творчого розвитку студентів (учнів), моделі готовності інженера-педагога до педагогічної творчості; а також *уміти*: послуговуватися засобами формування та розвитку власної професійно-педагогічної творчості, планувати й організовувати власну й учнівську творчу (у тому числі – технічну) діяльність.

Метою вивчення дисципліни «Системи ЧПУ» є розширення світогляду студентів та забезпечення засвоєння ними загальних принципів розробки технологічних процесів за допомогою верстатів із ЧПУ та технічних та програмних засобів, необхідних для реалізації цих процесів [38].

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен: *знати* системи автоматизованого обладнання, системи програмного керування верстатами; принципи та етапи підготовки програм управління для верстатів із ЧПУ; а також *уміти*: здійснювати програмування основних типів систем керування верстатом, технічно грамотно, ефективно та в повній мірі використовувати можливості систем ЧПУ під час вирішення технічних завдань.

Було з'ясовано, що на факультеті дошкільної та технологічної освіти під потреби спеціальності функціонує спеціальна лабораторія з технічної творчості, яка розміщена у одній із майстерень. У цій лабораторії розміщене обладнання та результати технічної творчості студентів попередніх випусків. У інших лабораторіях та навчальних майстернях та в автокомплексі використовуються технічні моделі, механізми, спеціальні меблі й засоби наочності, виготовлені студентами в межах освітнього процесу.

Водночас, студентів, які займаються технічною творчістю поза навчальними програмами не дуже багато. Серед опитаних їх виявилось тільки 8 Осіб (32%).

Огляд наявного обладнання, інструментів показав доцільність уведення

до освітнього процесу й верстату з ЧПУ з метою розширення можливостей студентів у їх технічній творчості.

Отже, вивчення стану проблеми розвитку технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей вможливило виявлення ряду *труднощів*, а саме: не зважаючи на підвищену увагу до цієї проблеми на рівні державних вимог, не існує цілісної розробленої системи з формування технічної творчості студентів у процесі їх професійної підготовки, не формується їх готовність до керівництва творчою діяльністю учнів, до того ж не в повній мірі застосовується навчально-матеріальна база університету, спостерігається також її моральне застаріння, низька питома вага використання комп'ютерно зорієнтованих технологій в організації технічної творчості студентів. Як наслідок, недостатній рівень сформованості технічної творчості в маже 88% студентів.

3.2 Програма дослідницької роботи з формування технічної творчості студентів

В основу дослідницької роботи ми поклали аналіз причин труднощів у розвитку технічної творчості студентів.

Метою дослідницької роботи було створення дослідницької програми формування технічної творчості студентів та її апробація на заняттях з курсу «Системи ЧПУ».

На цьому етапі до дослідницької роботи було залучено 10 студентів групи ТОА-16. Під час своєї роботи ми намагалися створювати в навчальному процесі визначені дидактичні умови:

- забезпечувати мотивацію студентів до творчого процесу,
- цілеспрямовано формувати в студентів знання з теорії та методики технічної творчості,
- активізувати пізнавальну та практико-перетворювальну діяльність студентів із застосуванням ІКТ,

- включати їх у конструкторсько-технологічну діяльність.

Зміст дослідницької програми представлено в табл. 3.5.

Таблиця 3.5

**Дослідницька програма з формування технічної творчості
студентів на заняттях з курсу «Системи ЧПУ»**

№	Тема заняття	Вид заняття	К-сть годин	Компоненти технічної творчості, що формуються
1	Склад систем з ЧПУ та їх характеристика	Лекція	2	Знання з основ технічної творчості за допомогою верстатів із ЧПУ
2	Програми управління для ЧПУ	Лекція	2	Знання й розуміння щодо принципів програмування на верстатах із ЧПУ
3	САПР та їх програмне забезпечення	Практичне заняття	4	Вміння й навички підготовки елементарної програми управління
4	Основи програмування на верстаті з ЧПУ	Лекція	4	Знання й розуміння щодо можливостей верстатів із ЧПУ з реалізації творчих ідей
5	CAD/CAM-системи	Практичне заняття	2	Вміння й навички підготовки, отладки й верифікації програми управління
6	Вивчення будови та принципу дії універсального фрезерно-гравірувального верстату CNC 3018	Практичне заняття	2	Уміння й навички, автономність у визначенні технічних можливостей верстату
7	Виконання творчих завдань з використанням CAD/CAM-систем	Практичні заняття	6	Розвиток навичок технічної творчості, здатності до втілення в матеріалі творчих задумів та ідей
8	Конкурс-захист творчих технічних проєктів	Практичне заняття	2	Здатність висунути технічну задачу, обґрунтувати напрями її вирішення, побудувати план, презентувати творчий технічний проєкт

За результатами роботи студентами виготовлено й реалізовано навчальні проєкти (див. додаток Д), підготовлені студентами з використанням сучасних

САМ-систем. Плани-конспекти окремих занять за дослідницькою методикою подано в додатку 3.

3.3 Аналіз результатів дослідницької роботи

Проведене дослідження було присвячене пошуку чинників ефективного формування технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей із використанням ІКТ. По його завершенню нами було проаналізовано його ефективність за методикою, описаною в п. 3.1.

Передусім, ми дослідили характер інтересу студентів до занять технічною творчістю із використанням ІКТ (див. табл. 3.6).

Таблиця 3.6

Рівні зацікавленості студентів у організації технічної творчості з використанням ІКТ на кінець дослідницької роботи

Рівні	ТОА-15 (контрольна)		ТОА-16 (дослідницька)	
	Відповідей	%	Відповідей	%
Високий	6	40,0	6	60,0
Середній	9	60,0	4	40,0
Низький	0	0	0	0
Всього	15	100	10	100

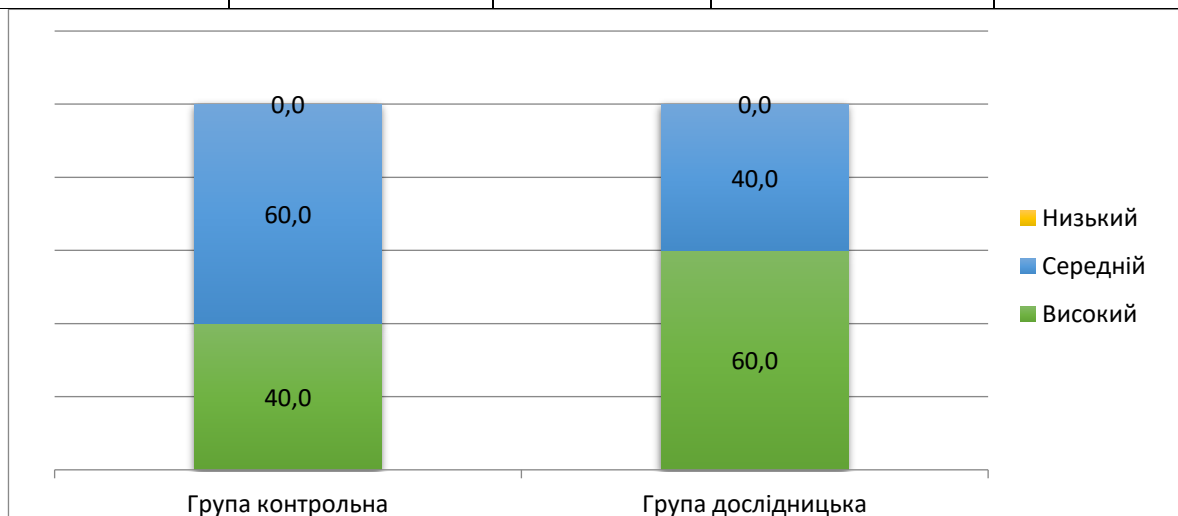


Рис. 3.2 Рівні зацікавленості студентів у організації технічної творчості на кінець дослідницької роботи (у %)

Кількісний аналіз даних табл. 3.6 і діаграми показує, що в групі 2 рейтинг популярності занять технічною творчістю значно зріс. Студенти із задоволенням відвідують лекційні та практичні заняття, їм подобається працювати з верстатом ЧПУ, вони намагаються використати всі його потенційні можливості задля реалізації своїх творчих задумів. Серед студентів укріплюється думка про необхідність більш ґрунтовного вивчення можливостей верстату з метою застосування цих знань у своїй майбутній професійній діяльності, виготовлення виробів ДПМ, сувенірної продукції.

На основі анкетування, проведеної бесіди та вивчення продуктів творчої діяльності студентів, які були підготовлені із застосуванням ІКТ та верстату з ЧПУ, ми встановили відсотковий показник рівня сформованості в студентів технічної творчості (табл. 3.7).

Таблиця 3.7

Рівень сформованості технічної творчості студентів технологічно-педагогічних спеціальностей за результатами дослідницької роботи (у %)

Групи	Рівні сформованості					
	Високий		Середній		Низький	
	Початок	Кінець	Початок	Кінець	Початок	Кінець
Дослідницька група	10,0	30,0	60,0	70,0	30,0	0
Контрольна група	13,3	13,3	53,3	60,0	33,4	26,7

Кількісний аналіз отриманих даних показує, що в контрольній групі, в якій не застосовувалися ІКТ при викладанні курсу «Системи ЧПУ» суттєвих змін не сталося, натомість у дослідницькій групі спостерігається позитивна тенденція на покращення рівня сформованості технічної творчості, а саме: на 20% стало більше студентів, що демонструють високий рівень, на 10% тих студентів, які мають середній рівень за рахунок тих, які на початок дослідницької роботи мали низький рівень. Більш наочно динаміку представлено на діаграмах рис. 3.3.

Наприкінці експерименту, оцінюючи результати впровадження та застосування нової методики ми переконалися, що використання

різноманітних методів і засобів навчання, ІКТ в організації творчої діяльності студентів підвищує ефективність технічної творчості студентів: інтерес, посилюється мотивація творчої діяльності, створюється сприятлива для навчання й творчості атмосфера.

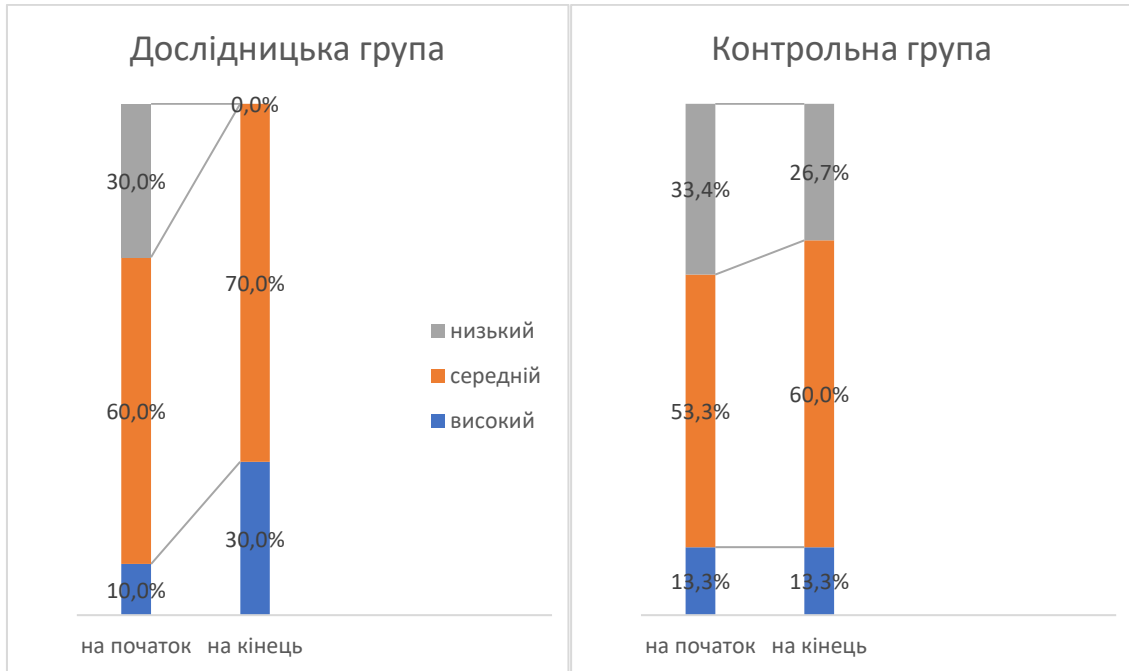


Рис. 3.3 Динаміка рівнів сформованості технічної творчості студентів за результатами дослідницької роботи

Отже, забезпечення мотивації студентів до творчого процесу, цілеспрямоване формування в студентів знань із теорії та методики технічної творчості, активізація пізнавальної та практико-перетворювальної діяльності студентів із застосуванням ІКТ, їх включення в конструкторсько-технологічну діяльність дозволяє забезпечити позитивну динаміку в рівні сформованості технічної творчості.

Результати дослідження – методичні матеріали та програми управління для верстату з ЧПУ можуть бути використані в практиці підготовки студентів технолого-педагогічних спеціальностей.

Висновки до розділу 3

Метою дослідницької роботи було пошук чинників, що сприяють

формуванню технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей.

Дослідницька робота проводилася зі студентами 3 і 4 курсів факультету дошкільної та технологічної освіти Криворізький державний педагогічний університет, напряму підготовки «Технологічна освіта. Автосправа», вона охопила 25 студентів.

Під час дослідницької роботи виявлено критерії, показники, ознаки та рівні технічної творчості студентів; апробовано дидактичні умови, що сприяють формуванню технічної творчості студентів.

Вивчення стану проблеми розвитку технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей вможливило виявлення ряду труднощів, а саме: не зважаючи на підвищену увагу до цієї проблеми на рівні державних вимог, не існує цілісної розробленої системи з формування технічної творчості студентів у процесі їх професійної підготовки, не формується їх готовність до керівництва творчою діяльністю учнів, до того ж не в повній мірі застосовується навчально-матеріальна база університету, спостерігається також її моральне застаріння, низька питома вага використання комп'ютерно зорієнтованих технологій в організації технічної творчості студентів. Як наслідок, недостатній рівень сформованості технічної творчості в маже 88% студентів.

Було розроблено та апробовано програму з формування технічної творчості студентів на заняттях з курсу «Системи ЧПУ», плани-конспекти занять та технологічні картки з виготовлення виробів із використанням верстату ЧПУ.

За результатами дослідження встановлено позитивну тенденцію на покращення рівня сформованості технічної творчості студентів, охоплених дослідницькою роботою.

Результати дослідження можуть бути використані в практиці підготовки студентів технолого-педагогічних спеціальностей.

ВИСНОВКИ

Вивчення проблеми формування технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей підтвердило її актуальність і доцільність та вможливило такі висновки.

Технічною творчістю є специфічна форма інтелектуальної діяльності, яка спрямована на примноження розуміння про об'єктивний світ. Джерелом технічної творчості слугують суперечності між предметами праці й технічними засобами; між технікою й людиною в процесі праці, а також ті внутрішні чинники, які наявні в технічних системах. Процес технічної творчості розгортається з постановки технічної задачі, продовжується появою нової технічної ідеї і як результат має певне технічне рішення. Технічна творчість студентів охоплює мотиваційний, когнітивний, практично-діяльнісний і продуктивно-рефлексивний компоненти, які в сукупності забезпечують готовність до вирішення складних технічних суперечностей шляхом постановки технічних завдань, відбору технічних ідей та засобів їх реалізації в практичній діяльності. Критеріями сформованості технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей є: технічна спостережливість, критичність, інноваційність, зацікавленість у творчому процесі.

Вивчення стану проблеми розвитку технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей вможливило виявлення ряду труднощів. Як наслідок, зафіксовано недостатній рівень умотивованості до технічної творчості в більшості студентів і перевагу середнього та низького рівнів сформованості досліджуваного утворення в 88% студентів.

У роботі проаналізоване сучасне методичне забезпечення формування технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей у процесі вивчення курсу «Системи ЧПУ». З'ясовані можливості верстатів з ЧПУ як самокерованих робочих машин, що органічно пов'язані з обчислювальною машиною (комп'ютером) та здійснюють обробку деталей в реальному масштабі часу, у розвитку технічних здібностей студентів.

Досліджено технічні та програмні характеристики верстату CNC 3018 PRO щодо матеріально-технічного й змістовного забезпечення курсу «Системи ЧПУ» для студентів технолого-педагогічних спеціальностей, організації їх технічної творчості з художньої обробки матеріалів шляхом фрезерування й гравірування.

Схарактеризовано особливості виробничого приміщення, розраховано значення для створення засобів заземлення обладнання та пристосувань, наведено протипожежні заходи, узагальнено правила техніки безпеки при роботі з верстатом із ЧПУ під час навчальних занять у майстернях.

Проведена дослідницька робота показала ефективність дидактичних умов, що сприяють формуванню технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей, з-поміж них: мотиваційна забезпеченість творчого процесу, цілеспрямоване формування в студентів знань із теорії та методики технічної творчості, активізація пізнавальної та практико-перетворювальної діяльності студентів із застосуванням ІКТ, їх включення до конструкторсько-технологічної діяльності.

За результатами апробації методики формування технічної творчості студентів технолого-педагогічних спеціальностей на заняттях з курсу «Системи ЧПУ» з використанням верстату CNC 3018 PRO встановлена позитивна тенденція на покращення рівня сформованості технічної творчості, а саме: на 20% стало більше студентів, що демонструють високий рівень, на 10% тих студентів, які мають середній рівень за рахунок тих, які на початок дослідницької роботи мали низький рівень.

Отже, в ході дослідження підтвердилося висунуте припущення, досягнуто мети, виконано поставлені завдання.

Результати дослідження можуть бути використані в практиці професійної підготовки студентів інженерних та технолого-педагогічних спеціальностей.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аверченков В. Н., Малахов Ю. А. Методы инженерного творчества : учеб. пособ. Брянск : БИТМ, 1994. 110 с
2. Алексахин И. В., А. Г. Ганжа, А.Н. Козлов. Управлений развитием интеллекта. Днепропетровск, 2005. 168 с.
3. Алексюк А. М. Педагогіка вищої освіти України. Київ: Либідь, 1998. 560 с.
4. Альтов Г. Творчество как точная наука: теория решения изобретат. задач. Петрозаводск, 2014. 203 с.
5. Альтшуллер Г. Творчество как точная наука: теория решения изобретат. задач. Петрозаводск, 2014. 203 с.
6. Андреев Г. И., Кряжев Д. Ю. Работа на станках с ЧПУ. Система ЧПУ FANUC. Санкт-Петербург : Взлет, 2007. 84 с.
7. FreeMILL. URL: <https://mecsoft.com/freemill/> (дата звернення 5.12.2020).
8. Анисимов Н. М. Технология обучения изобретательской и инновационной деятельности: (учеб. пособие). Москва: Прометей, 2010. 142 с.
9. Атутов П. Р. Политехнический принцип в обучении школьников. Москва : Просвещение, 1976. 280 с.
10. Бардин В. М. Обучению техническому творчеству как одна из актуальных задач образования. *Интеграция образования*. 2002. № 1. С. 71-74.
11. Бердяев Н.А. Смысл творчества (опит оправдания человечества). Москва: Из-во Г.Лемана и С.Сахарова, 1916. 90 с.
12. Босинзон М. А. Современные системы ЧПУ: их эксплуатация: учебное пособие. Москва: Академия, 2009. 192 с.
13. Буряк В. К. Система дидактичних умов ефективної організації навчальної пізнавальної діяльності. *Рідна школа*. 2007. № 5. С. 25-27.
14. Быков А. В., Силин В. В., Семенников В. В., Феоктистов В. Ю. ADEM CAD/CAM/TDM. Черчение, моделирование, механообработка. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2003. 320 с.

15. Вагнер И. В., Власова Ю. Ю. Эффективные механизмы привлечения школьников к научно-техническому творчеству. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2014. № 7-2 (26). С. 53.
16. Волкова Н. П. Педагогіка : Посібник для студентів вищих навчальних закладів. Київ : Видавничий центр «Академія», 2001. 576 с.
17. Выготский Л. С. Воображение и творчество в детском возрасте. Психологические очерки : Книга для учителя. [3-е изд.]. Москва: Просвещение, 1991. 193 с.
18. Гончаренко С. У. Український педагогічний словник. Київ : Лібідь, 1997. 376 с
19. Давыдов В.В. Теория развивающего обучения. Москва: ИНТОР, 1996. 544с.
20. Дружинин В. В., Конторов Д. С. Системотехника. Москва: Радио и связь, 1985. 200 с.
21. Дружинин В. Н. Психология способностей : избранные труды. Москва: РГБ, 2009. 539 с.
22. Жидецький В. Ц. Охорона праці користувачів комп'ютерів: Підручник. Львів: Афіша, 2000. 176 с.
23. Закон України «Про охорону прав на промислові зразки». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/3688-12#Text> (дата звернення 5.12.2020).
24. Захарян М. А. Комплексная диагностика одаренности учащихся по научно-техническому направлению : методические указания. Владикавказ, 2014. 200 с
25. Ильин Е. П. Мотивация и мотивы. Санкт-Петербург: Издательство «Питер», 2000. 512 с.
26. Івершинь А. Діагностика розвитку креативності особистості майбутніх вихователів. *Науковий Вісник МНУ імені В. О. Сухомлинського. Педагогічні науки*. 2019. № 2 (65). С. 101-106.
27. Інструкції з охорони праці на підприємстві (комплект). URL: <https://ukrdoc.com.ua/text/5600/index-14.html> (дата звернення 5.12.2020).

28. Історія числового програмного управління. URL: <http://sitelab-15.dss-bi.com.ua/index.php/statti/6-istoriia-chyslovohoprogramnoho-upravlinnia> (дата звернення 5.12.2020).
29. Кириченко О. М. Методика формування творчих умінь у майбутніх інженерів-педагогів : Дис... к. пед. наук: 13.00.02. Харків, 2003. 208 с.
30. Кузнецов Ю. М., Скляр Р. А. Прогнозування розвитку технічних систем : Навч. посіб. Київ: ТОВ „ЗМОК”, ПП „ГНОЗІС”, 2004. 323 с.
31. Лаврентьева О.О., Цись О.О. Методичні підходи до організації самостійної навчальної діяльності студентів технолого-педагогічних і інженерно-педагогічних спеціальностей в інформаційному навчальному середовищі закладу вищої освіти. *Науковий вісник льотної академії. Серія: Педагогічні науки. Зб. наук. праць*. Кропивницький: ЛАУ НАУ, 2019. Вип. 5. С. 161-167., С. 161
32. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE). Санкт-Петербург: Питер, 2004. 560 с.
33. Ловыгин А. А., Теверовский В. Л. Современный станок с ЧПУ и САД/САМ система. Москва :ДМК-Пресс, 2015. 286 с.
34. Лысова О. С. Творчество как социальный феномен. *Социум: проблемы, поиски, интерпретации*. Москва: Издательство МПГУ. 2007. №7. С. 24-34.
35. Мамаева И. А. Профессиональное мышление и технические способности. *Профессиональное образование. Столица*. 2006. № 3. 12 с.
36. Навчальний посібник з курсу «Професійна етика вищої освіти» для осіб, що навчаються в магістратурі за спеціальністю «Педагогіка вищої школи». / А.П. Алексеєнко, К.І. Карпенко, Л.О. Гончаренко, В.В. Дейнека. Харків: ХНМУ, 2015. – 77 с.
37. Небольшой и недорогой фрезерный станок CNC 3018 с прекрасным набором функций и неоднозначной репутацией. URL: <https://vseostankah.com/po-derevu/chpu-frezernyj-standok-cnc-3018.html> (дата

звернення 5.12.2020).

38. Освітня професійна програма спеціальності 014 Середня освіта (трудове навчання і технології) / укл. В. Яковлева. Кривий Ріг: КДПУ, 2017. 40 с.

39. Педагогический словарь. В 2-х т. Москва: АПН РСФСР, 1960. Т.2. 774 с.

40. Половинкин А. И. Основы инженерного творчества : Учеб. пособие для студентов вузов. Москва: Машиностроение, 1988. 368 с.

41. Программное управление станками и промышленными роботами : учебник / [В. Л. Косовский, Ю. Г. Козырев, А. Н. Ковшов и др.]. Москва: Высш. шк., 1989. 272 с.

42. Системы ЧПУ. Поколения систем ЧПУ. Термины и понятия систем ЧПУ. URL: http://stanki-katalog.ru/st_53.htm (дата обращения 2.12.2020).

43. Сосонкин В. Л., Мартинов Г.М. Системы числового программного управления : Учеб.пособие. Москва: Логос, 2005. 296 с.

44. Сухомлинский В.А. Разговор с молодым директором школы. Москва: Просвещение, 1982. 206 с.

45. Тхоржевський Д. О. Методика трудового та професійного навчання та викладання загальнотехнічних дисциплін. Київ : Вища школа, 1992. 335 с.

46. Числовое программное управление станками / [В.Л. Сосонкин, О. П. Михайлев, Ю. А Павлов и др.]; под ред. В. Л. Сосонкина. Москва: Машиностроение, 1981. 398 с.

47. ArtCAM is no longer available. URL: <https://www.autodesk.com/products/artcam/overview> (дата звернення 5.12.2020).

48. DeskProto CAM software. URL: <https://www.deskproto.com/> (дата звернення 5.12.2020).

49. ISO 14649. Data model for Computerized Numerical Controllers. Part 10: General Process Data. Draft International Standard ISO/FDIS 14649-10, version

4. 2001. August. P. 180.

50. LASERGRBL: Free Laser Engraving. URL: <http://lasergrbl.com/> (дата звернення 5.12.2020).

51. Mastercam. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/Mastercam> (дата звернення 5.12.2020).

52. Occupational safety standards system. Dangerous and harmful working factors. Classification 12.0.003–15 (Межгосударственный стандарт ССБТ 12.0.003–2015 Опасные и вредные производственные факторы. Классификация). [Чинний до 2022-01-01]. Київ : Мінбуд України, 2015. 41 с. URL: http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=48127 (дата звернення: 08.12.2020).

53. PowerMILL. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/PowerMILL> (дата звернення 5.12.2020).

ДОДАТКИ**Додаток А****Публікації за темою магістерської роботи**

Міністерство освіти і науки України
Полтавська обласна державна адміністрація
Головне управління ДСНС України у Полтавській області
Управління Держпраці України у Полтавській області
Полтавський національний педагогічний університет імені В.Г. Короленка
Полтавський обласний інститут післядипломної педагогічної освіти імені М.В. Остроградського

**БЕЗПЕКА ЖИТТЯ І ДІЯЛЬНОСТІ
ЛЮДИНИ: ТЕОРІЯ ТА ПРАКТИКА**

Збірник наукових праць
Всеукраїнської науково-практичної конференції,
присвяченої Всесвітнім Дням цивільної оборони та
охорони праці

23-24 квітня 2020 року

Полтава-2020

Висновки. Засоби масової інформації не завжди компетентно нагадують про радіаційну небезпеку, а системи контролю й моніторингу практично не в змозі проконтролювати дикорослу продукцію, м'ясо тварин і рибу, що виловлюються населенням у зонах радіоактивного зараження та використовуються як їжа або товар для продажу. Заражена радіацією продукція впливає на здоров'я людей і смертність населення. Населення України до теперішнього часу не володіє необхідними знаннями та культурою у сфері радіаційного захисту, не має реального уявлення про природу іонізуючих процесів. Тому людей необхідно наполегливо навчати правилам поведінки в умовах проживання на радіоактивно забруднених територіях, вміння зводити до мінімуму радіаційні ризики.

Список використаних джерел

1. Гудков І. Проблеми реалізації контрзаходів на забруднених радіонуклідами сільськогосподарських угіддях : міжнар. наук.-практ. конфер. з питань соціального захисту громадян, які постраждали внаслідок Чорнобильської катастрофи, 24-25 квітня 2008 р., Київ / І. Гудков. К. : "Соціформ", 2008. 220с.
2. Закон України "Про охорону навколишнього природного середовища" від 25 червня 1991 р. № 1264-XII // ВВР України. 1991. № 41. С. 546.
3. Закон України "Про Загальнодержавну програму подолання наслідків Чорнобильської катастрофи на 2006 – 2010 роки" від 14 березня 2006 р. № 3522-IV [Електронний ресурс]. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/main/3522-15>.
4. Закон України від 08.02.1995 № 39/95-ВР Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку [Електронний ресурс]. 1995. Режим доступу до ресурсу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/39/95-%D0%B2%D1%80/ed20190101#n29>.
5. Концепція захисту населення і територій у разі загрози та виникнення надзвичайних ситуацій : Указ Президента України. К., 1999.
6. Митна енциклопедія: У двох томах. Т.2/: Редкол.: ... І.Г. Бережнюк (відп. ред.) та ін. Хмельницький : ПП Мельник А.А., 2013. 536 с.

VI. СОЦІАЛЬНІ, ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНІ І ГУМАНІТАРНІ АСПЕКТИ БЕЗПЕКОЗНАВСТВА ТА ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ У БЕЗПЕЦІ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДОПОВНЕНОЇ РЕАЛЬНОСТІ В ПРОЦЕСІ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ СТУДЕНТІВ

*Лукаш В. І., Гевко Б. Я.
м. Кривий Ріг*

З розвитком науки і техніки, інформаційних технологій, з'являються більш удосконалені знаряддя праці, підвищується рівень культури робітничих кадрів і культури виробництва загалом. При таких обставинах виникає потреба в ускладненні професійного навчання й виховання майбутніх інженерів-педагогів, актуалізується формування принципово нових знань, умінь і навичок, а також здатності до самостійного освоєння нових виробничих процесів. Одним із таких передових напрямів у професійному навчанні є технології доповненої реальності, базовані на ІКТ.

Доповнена реальність (англ. *augmented reality* або *AR*) – це доповнення фізичного світу за допомогою цифрових даних, яке забезпечується комп'ютерними пристроями (смартфонами, планшетами або ж окулярами AR) у режимі реального часу. Доповнена реальність є складовою змішаної реальності (англ. *Mixedreality*) і є

поєднанням реального світу з віртуальним. Під час цього відбувається накладання на середовище навколо нас певної частинки віртуальної інформації, наприклад, графіки, відео, звуків, анімації тощо [1].

Визначити «доповнену реальність» не так просто, оскільки досвід користувачів принципово відрізняється від технічної концепції, яку вона представляє. Відмітимо, що AR-технології забезпечують усі засоби інтерактивної взаємодії користувача з програмою, у тому числі й тактильне спілкування. Ці переваги, передусім, значно розширили діапазон можливостей ігрових комп'ютерних технологій, водночас, створили нові сфери та інструменти для технічної творчості.

У транспортній галузі щодня, якщо не щогодини, з'являються все нові підходи до розширення сфер і можливостей проектування й технічного обслуговування автомобілей. Інженери-конструктори використовують AR-технології для швидшого завершення дизайну, працюючи на віртуальному автомобілі, розробляючи нові компоненти й вузли в реальному часі та в натуральних розмірах, змінюючи за потреби й колірні рішення, як наприклад, у віртуальній інженерній лабораторії Volkswagen у Вольфсбурзі. Сучасні ІКТ дають змогу різним проектним групам, які віддалені у просторі, працювати синхронно над одним проектом [2].

AR-технології надають можливість швидкої розробки та введення унікальних виробничих інструкцій зі зборки автомобіля, які, на відміну від паперових та їхніх аналогів, – інтерактивні й добре ілюстровані, забезпечують швидку навігацію текстом і навіть під'єднання сторонніх консультантів [2].

Маркетинг і реклама автомобілів здійснюється через віртуальні автосалони, віртуальні тури на виробництво чи в дилерські мережі. AR-додатки, спираючись на маркування вузлів та агрегатів автомобіля або маркери фірми-виробника, дозволяють користувачам візуалізувати їх у натуральну величину, навіть відкрити й закрити багажник і дверцята, подивитися всередину й до певної міри налаштувати автомобіль [3].

Сфери використання AR у галузі «Технічне обслуговування та експлуатація автомобілів» з кожним днем усе більше розширюються. Їх можна представити двома головними напрямками – використання додаткових засобів візуалізації для підвищення комфорту в експлуатації автомобіля й використання віртуального гіда, що працює на описаних вище засобах AR. Перший напрям добре ілюструють розробки Apple і Hyundai, які незалежно один від одного, запропонували способи використання лобового скла автомобіля як потужного навігаційного дисплея [2]. Віртуальні гіді розробляються усіма відомими автомобільними брендами. Наприклад, мобільний додаток Volkswagen – MARTA, який дає змогу користувачеві побачити деталі автомобіля та способи виправлення певних проблем [3].

Фірма BMW ще в 2009 р. запропонувала окуляри доповненої реальності для ремонту автомобіля та додаток BMW Augmented Reality Car Repair. За їх допомогою можна переглядати двигун BMW та навіть помітити загальні механічні проблеми. Поряд із цим, незалежно від застосованих апаратних засобів, AR-технології надають значні переваги, поряд із традиційними інструкціями та керівництвами і спрощують технічне обслуговування автомобіля навіть для новачків [1].

Доповнена реальність має величезний потенціал і безліч сфер її застосування, починаючи від дозвілля і закінчуючи професійною діяльністю. Відзначимо, що їх використання дозволяє займатися технічною творчістю у штучно створеній реальності без застосування шкідливих для довкілля й власного здоров'я матеріалів та технологій. Упровадження AR-технологій в освітній процес дає змогу значно розширити сферу й напрями технічної творчості студентів.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ГЛУХІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕКСАНДРА ДОВЖЕНКА
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ СУМСЬКОЇ
ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ
НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНИЙ ЦЕНТР ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ
ОСВІТИ У СУМСЬКІЙ ОБЛАСТІ
ДЗВО «УНІВЕРСИТЕТ МЕНЕДЖМЕНТУ ОСВІТИ» НАПН УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОФЕСІЙНО-ТЕХНІЧНОЇ ОСВІТИ НАПН УКРАЇНИ
ЧЕРНІВЕЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ЮРІЯ ФЕДЬКОВИЧА
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВСП «ПРОФЕСІЙНО-ПЕДАГОГІЧНИЙ ФАХОВИЙ КОЛЕДЖ
ГЛУХІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО ПЕДАГОГІЧНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
ІМЕНІ ОЛЕКСАНДРА ДОВЖЕНКА»

ПІДГОТОВКА МАЙСТРА ВИРОБНИЧОГО НАВЧАННЯ,
ВИКЛАДАЧА ПРОФЕСІЙНОГО НАВЧАННЯ
ДО ВПРОВАДЖЕННЯ В ОСВІТНІЙ ПРОЦЕС
ІННОВАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Матеріали
IV Всеукраїнського науково-методичного семінару

5 листопада 2020 року

Глухів:
Глухівський НПУ ім. О. Довженка
2020

7. Колісник-Гуменюк Ю. І. Формування професійно-етичної культури майбутніх фахівців у медичних коледжах : монографія. Львів : Край, 2013. 296 с.

Гевко Богдан Ярославич,

студент Криворізького державного педагогічного університету

МЕТОДИКА ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ СТУДЕНТІВ ТЕХНОЛОГО-ПЕДАГОГІЧНИХ СПЕЦІАЛЬНОСТЕЙ

У процесі дослідження проблеми технічної творчості з'ясовано, що творчість характеризується як самостійна діяльність людини (суб'єкта) з постановки або вибору завдання, пошуку умов, способу його вирішення та створення соціально нового результату.

Результатом творчої діяльності студента може бути як суб'єктивне, так і об'єктивне нове знання, виріб, проект, пристрій чи макет. Суб'єктивно нове характеризує такий результат творчої діяльності студента, який є новим тільки для нього самого, а об'єктивно нове є таким, що має значущість для окремої галузі знань і суспільної практики. Ситуація суб'єктивно нової творчості виникає тоді, коли здобувач освіти, розпочинаючи розв'язання задачі, наприклад, технічної, не володіє достатньою інформацією (знаннями) про те, чи вирішувалася ця задача до нього та які рішення вже відомі. Водночас, як зауважив Ч.Ф. Якубов, «Об'єктивно нове є одночасно і суб'єктивно новим і характеризує ту соціальну новизну результату творчого процесу, що відповідає суспільним (громадським) потребам» [3, с. 7]. Прикладом об'єктивно нових творчих результатів є винаходи. Винахідницька діяльність – це вищий ступінь технічної творчості, для якої можна визначити такі головні риси:

- технічна творчість – це праця з матеріалізації наукових знань. Якщо продукт наукової творчості ідея, думка, що мають ідеальну форму, то продукт технічної творчості – матеріальний об'єкт або засіб для перетворення матеріального об'єкта;

- технічна творчість – специфічна форма інтелектуальної діяльності, яка спрямована на примноження розуміння про об'єктивний світ, тобто вона має гносеологічний характер;

- «результати творчої діяльності утворюють технічне довкілля суспільства, що слугує матеріальною основою життєдіяльності людей, у процесі якої найбільш повною мірою виявляється активність і початкові творчі здібності людини» [2, с. 27];

- у технічній творчості здійснюється суб'єктивна й об'єктивна ролі в діяльності людини.

Під охороною законодавства України перебувають такі результати технічної творчості, як винаходи, корисні моделі, раціоналізаторські пропозиції і промислові зразки. У цьому переліку охороноздатних об'єктів немає відкриття і знаків для товарів та послуг, оскільки перші є, зазвичай, результатом наукової творчості, а другі – належать до художньої.

Головна різниця між об'єктами технічної творчості полягає в рівні їх

новизни й суспільної корисності. Іншими словами, вони розрізняються мірою творчого потенціалу й прогресивності, закладених до їх змісту. Єдність і спільність соціологічних вимог полягає передусім у тому, що реалізація будь-якої з них дозволяє підвищити ефективність технічних засобів і людської праці. Водночас оцінювання тієї чи іншої вимоги визначається не абсолютною перевагою або вдосконаленням, а її значенням для реалізації певних функцій об'єкта техніки.

Варто наголосити на необхідності надання тих чи інших відносних переваг у визначенні вимог до об'єкта з урахуванням його специфічної природи, умов функціонування, експлуатації або споживання. Увесь комплекс вимог не може бути практично задоволений у деяких випадках через відсутність у цьому сенсу (наприклад, під час створення штучного супутника Землі необхідно насамперед керуватися технічними, економічними й екологічними вимогами і водночас нехтувати вимогами фізіологічної, психологічної та естетичної функціональності, у інших випадках – зважати на те, що наявний (досягнутий) технічний рівень або економічна доцільність не дозволяють реалізувати повною мірою ту чи іншу вимогу (наприклад, вихід в атмосферу шкідливих газів у процесі двигунів внутрішнього згорання).

Технічну творчість ми розглядаємо як процес, що характеризується сукупністю понять і визначень. Розглянемо провідні з них.

«Технічна потреба – це запит індивідуума або суспільства загалом на такі технічні засоби, які були б здатними задовольнити інтерес суспільства на етапі його розвитку» [1, с. 55]. Треба розрізнити дві форми відображення технічних потреб:

1. Індивідуальне усвідомлення технічної потреби в процесі творчої діяльності творців нової техніки, що є випереджальним відображенням технічної потреби, яка ще не стала предметом суспільної свідомості.

2. Відображення технічної потреби в суспільній свідомості, у так званому соціальному замовленні; ця форма віддзеркалює різні протиріччя між наявним рівнем техніки і новими соціально-економічними потребами суспільства в підвищенні обсягу виробництва, нових видів продукції тощо.

Якщо наявні технічні можливості (засоби) не відповідають технічним потребам, виникає *технічне протиріччя*, яке є обов'язковою умовою розвитку й удосконалення техніки. Дослідники всі можливі технічні протиріччя класифікують у такі групи:

- протиріччя між предметами праці й технічними засобами;
- протиріччя між технікою й людиною в процесі праці;
- внутрішні протиріччя в технічних системах.

На основі наявного технічного протиріччя виникає задача ситуацій, у результаті якої виокремлюється *технічна задача* – це сформульовані умови усунення технічного протиріччя для досягнення поставленої мети.

Технічна ідея – це принцип усунення технічного протиріччя, який виражений в ідеальній формі та на цей час не має матеріального втілення. Одні технічні ідеї виникають під час розв'язання технічної задачі, інші – до її розв'язання. Тому *технічне рішення* – це система засобів, які реалізують

технічну ідею, що спрямована на усунення технічних протиріч і задоволення технічних потреб.

Процес творчості – це пошук єдності форми й змісту у вирішенні технічної задачі. Іноді під час її розв’язання застосування студентом традиційних методів проєктування не дає нових цікавих рішень. Тому важлива активізація його творчого пошуку в проєктуванні, спрямованого на розвиток творчого проєктного мислення й на інтенсифікацію процесу проєктування. Творчість не варто трактувати як результат особливого дару й винятковості людини, осяяння зверху, ірраціональної інтуїції, екстрасенсорного сприйняття, багатого, розвинутого уявлення або логічного мислення. Проте, творчий процес зумовлюється наявністю визначених творчих здібностей у його суб’єкта.

Проблема розвитку здібностей – одна з психологічних і педагогічних проблем, що має велике теоретичне і практичне значення.

«Розвиток технічних здібностей – це динамічний, багату́пінчастий процес, спрямований на розвиток схильності до техніки й технічної творчості, технічного мислення, спостережливості, просторової уяви, зорової і моторної пам’яті, точності окоміру, технічної активності, які дають можливість людині порівняно легко і швидко засвоїти систему конструкторсько-технологічних знань, умінь і навичок» [4, с. 16].

Отже, організація технічної творчості студентів передбачає засвоєння ними основ і специфіки технічної творчості, розвиток їх творчих здібностей, формування вмій здійснення поетапного проєктування технічного об’єкта, здатності до оцінювання результатів.

Література

1. Педагогічна книга майстра виробничого навчання: Навч.-метод. посібник / Н.Г. Ничкало, В.О. Зайчук, Н.М. Розенберг та ін.: За ред. Н.Г. Ничкало. Київ: Вища школа, 1994. С. 189-206.
2. Профессиональная педагогика: Учебник для студентов. Москва: Ассоциация «Профессиональное образование», 1997. С. 289-296.
3. Сафронова Г.Я. Техническое творчество – средство формирования профессионального мастерства учащихся ПТУ: Методические рекомендации. Москва: Просвещение, 1990. 79 с.
4. Техническое творчество учащихся: Учеб. пособие для студентов пединститутов и учащихся педучилищ по индустр.-пед. спец./ Под ред. Ю.С. Столярова, Д.М. Комского. Москва: Просвещение, 1989. 223 с.

Тест «Картка інтересів» (автор А. Голмшток [24])

Інструкція: прочитайте уважно твердження і позначте:

"++", якщо Вам дуже подобається й хотілося б цим займатися, стати фахівцем у цій предметній галузі;

"+", якщо Вам подобається про це знати, але не робити;

"-", якщо Вам це не подобається.

Чи подобається Вам:

1. Читати книги з цікавої фізики або цікавої математики?
2. З'ясовувати будову електроприладів, радіоприладів?
3. Читати технічні журнали?
4. Дізнаватися про життя людей у різних країнах, про державний устрій цих країн?
5. Знайомити з життям рослин і тварин?
6. Читати твори класиків світової літератури?
7. Обговорювати поточні політичні події в країні й за рубіжем?
8. Читати книги про школу?
9. Знайомитися з роботою лікарів?
10. Піклуватися про затишок вдома?
11. Відвідувати театри, музеї, художні виставки?
12. Читати книги про війни й бої?
13. Читати науково-популярну літературу й журнали про фізичні (математичні) відкриття?
14. ремонтувати побутові електро- й радіоприлади?
15. Відвідувати виставки з техніки й дивитися (слухати) передачі про новинки техніки?
16. Ходити в походи рідним краєм для його вивчення?
17. Вивчати ботаніку, зоологію?
18. Читати критичні статті про літературу?
19. Брати участь у суспільній роботі?
20. Пояснювати товаришам, як виконувати завдання, якщо вони не можуть самі його зробити?
21. Читати про те, як люди навчилися боротися із хворобами?
22. Шити, вишивати, готувати їжу?
23. Читати про мистецтво?
24. Знайомити з військовою технікою?
25. Проводити досліди з фізики?

26. Збирати колекції мінералів?
27. Працювати в саду, на городі?
28. Письмово викладати свої спостереження, думки, писати вірші?
29. Читати книги з історії?
30. Читати, розповідати дітям казки, грати з ними?
31. Доглядати за хворими, стежити за правильним прийомом ліків?
32. Допомогати по господарству вдома?
33. Займатися в якому-небудь гуртку художньою самодіяльністю?
34. Брати участь у військових іграх, походах?
35. Займатися в математичному (фізичному) гуртку?
36. Займатися радіотехнікою?
37. Моделювати (наприклад, виготовляти моделі планерів тощо)?
38. Брати участь у географічних і геологічних екскурсіях?
39. Спостерігати за живою природою?
40. Вивчати іноземну мову?
41. Виступати з доповідями на історичні теми?
42. Виконувати роботу вожатого?
43. Доглядати за дітьми?
44. Робити різні покупки?
45. Розмовляти з товаришами про мистецтво?
46. Займатися в спортивних секціях?
47. Брати участь у технічних (інформатичних) олімпіадах?
48. Знайомити з географічними (геологічними) картами?
49. Проводити дослідницьку роботу з біології?
50. Обговорювати з товаришами прочитані книги?
51. Вивчати політичний устрій у різних країнах?
52. Обговорювати питання виховання?
53. Знайомитися з тим, як улаштований організм людини?
54. Переконавати людей у чому-небудь?
55. Знайомити з історією мистецтва?
56. Бути організатором в іграх і походах?
57. Виконувати математичні дії по формулах?
58. Робити топографічну зйомку місцевості?
59. Доглядати за тваринами?
60. Виступати з доповідями з питань літератури?
61. Знайомити з історією культури?
62. Давати пояснення школярам?
63. Вивчати причини виникнення різних хвороб?
64. Знайомити, спілкуватися з різними людьми?

65. Брати участь в оглядах художньої самодіяльності?

66. Дотримуватись режиму дня (розпорядку)?

Ключ до обробки даних тестування.

Предмет	Номера питань	Предмет	Номера питань
Математика- фізика- інформатика	1, 13,25,35,47, 57	Історія	7, 19, 29,41, 51,61
Техніка	2,3, 14,15.36,37	Педагогіка	8, 20, 30, 42, 52,62
Географія- геологія	4, 16, 26.38.48.58	Мистецтво	11,23,33, 45,55., 65
Біологія	5, 17,27,39,49,59	Медицина	9,21,31,43, 53,64
Філологія	6, 18,28,40,50, 60	Домашнє господарство	10,22, 32., 44, 54,64
		Військова справа	12,24, 34, 46, 56, 66

Самодіагностика рівня креативності студентів (за Є. Ільїним [26])*Інструкція до тесту*

У запропонованому нижче бланку Вам необхідно за 10-бальною шкалою провести самооцінку особистісних якостей або частоту їхнього вияву в тих чи тих ситуаціях.

1. Як часто вам вдається довести до логічного кінця почату справу?
2. Якщо всіх людей подумки розділити на логіків і евристів, тобто генераторів ідей, то до якої міри Ви є генератором ідей?
3. До якої міри Ви належите до людей рішучих?
4. До якої міри Ваш кінцевий «продукт» діяльності, Ваше творіння, відрізняється від вихідного проєкту, задуму?
5. Наскільки Ви здатні виявити вимогливість і наполегливість, щоб люди, які обіцяли Вам щось, виконали обіцяне?
6. Як часто Вам доводиться виступати із критичними судженнями на адресу інших, або оцінюючи якесь явище?
7. Як часто рішення виникаючих у Вас проблем залежить від Вашої енергії й наполегливості?
8. Який відсоток людей у Вашому оточенні найчастіше підтримує Вас, Ваші ініціативи й пропозиції? (Один бал – близько 10%)
9. Як часто у Вас буває оптимістичний і веселий настрій?
10. Якщо всі проблеми, які Вам доводилося вирішувати за останній рік, умовно розділити на теоретичні й практичні, то яка серед них питома вага практичних?

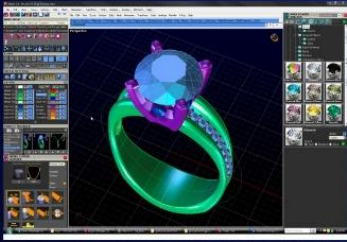
Обробка й інтерпретація результатів тесту:

На основі сумарного числа набраних балів визначте рівень Вашого творчого потенціалу:

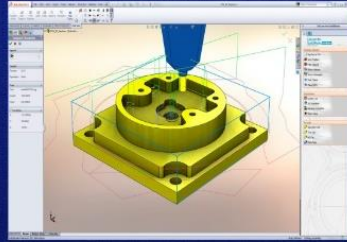
Високий – 80-100 балів; середній – 51-79; низький – менше 50.

Творчі проекти студентів, підготовлені в CAD-системі

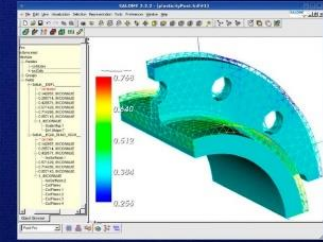
CAD/CAM/CAE СИСТЕМИ НА ВИРОБНИЦТВІ



CAD (Computer Aided Design) - комп'ютерна допомога проектування. Сама основна функція CAD - визначення геометрії конструкції, оскільки геометрія визначає всі наступні етапи життєвого циклу продукту і є основою для подальшого використання в системах CAM і CAE.



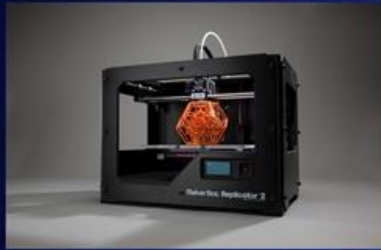
CAM (Computer Aided Manufacturing) - комп'ютерна допомога виготовлення. Системи CAM використовуються для планування, управління і контролю операцій виробництва. Найбільш важливою якістю цих систем є здатність автоматизувати розрахунки траєкторій переміщення інструменту для обробки на верстатах з ЧПУ.



CAE (Computer Aided Engineering) - комп'ютерна допомога інженерії. CAE - це технологія для аналізу геометрії CAD, моделювання і вивчення поведінки продукту, вирішення різних інженерних завдань (розрахунок конструктивної міцності, навантаження, напруження, деформації, аналіз теплових процесів, розрахунок гідравлічних систем і механізмів та ін).

Рис. Д1

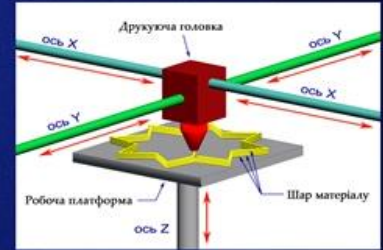
СУЧАСНИЙ СПОСІБ ДРУКУ 3D



3D-принтер — це периферійний пристрій, що використовує метод пошарового створення фізичного об'єкта за цифрової 3D-моделі.



3D-принтер складається з корпусу (1), закріплених на ньому направляючих (2), по яких переміщується друкуюча головка (3) з допомогою крокових двигунів (4), робочого столу (5), на якому виробується виріб; і все це управляється електронікою (6).



Принцип роботи 3D-друку — побудова об'єкта з тонких горизонтальних шарів матеріалу.

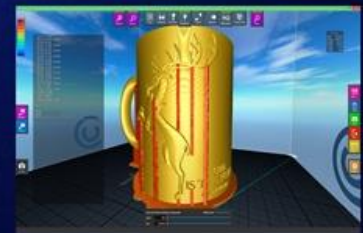
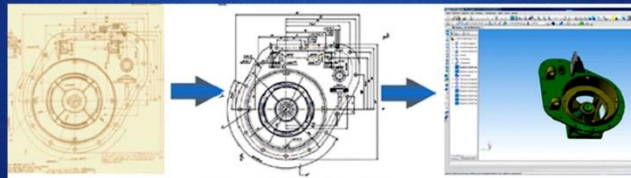


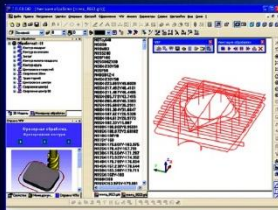
Рис. Д2

ЗАГАЛЬНА СХЕМА РОБОТИ З CAD/CAM-СИСТЕМОЮ

Етап 1. Електронне креслення або 3D-модель деталі, створена в CAD-системі



Етап 2. Імпортування в CAM-систему



Етап 3. Верифікація і бекплот (Васкріот)



Етап 4. Створення коду програми управління під вимоги конкретного верстату й системи ЧПУ



Рис. Д3

Віртуальні середовища для створення програм управління для верстатів із ЧПУ

Комерційні продукти

PowerMILL [53]

PowerMILL – є професійним комерційним продуктом для роботи на фрезерних верстатах із трьох і п'ятиосевій обробкою. Додатково здатна написати програму управління для поворотної осі.

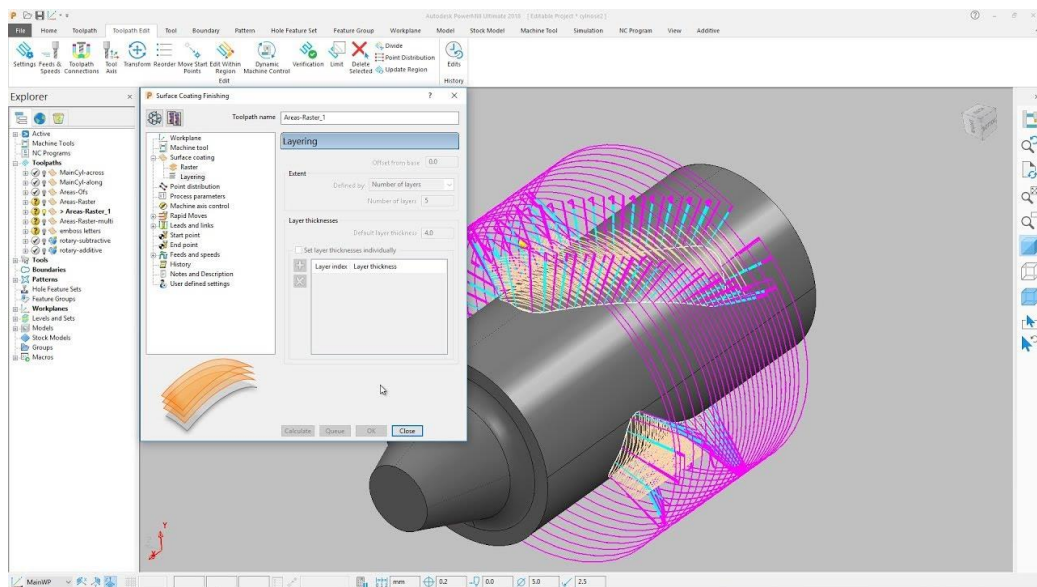


Рис. Е1. Робоче вікно PowerMILL

Можливості PowerMILL:

- створення УП, при яких траєкторія робочого органу проходить плавні криві без загострених кутів, що береже верстат від перевантаження;
- повна 5-осьова обробка виробів у різних варіантах;
- об'ємна візуалізація всього технологічного процесу;
- урахування змін розмірів заготовки при обробці, що запобігає виникненню врізання й зіткнень патрона шпинделя, хвостовика інструменту та інших елементів із деталлю;
- автоматичне визначення площин і отворів при 2.5D обробці зі зміною стратегій на більш ефективні;
- точна підводка траєкторії з можливістю правки і контролю вручну в

будь-якій момент.

Mastercam [51]

Програмний комплект зі створення 2D- і 3D-моделей для виробництва на верстатах із CNC програмуванням.

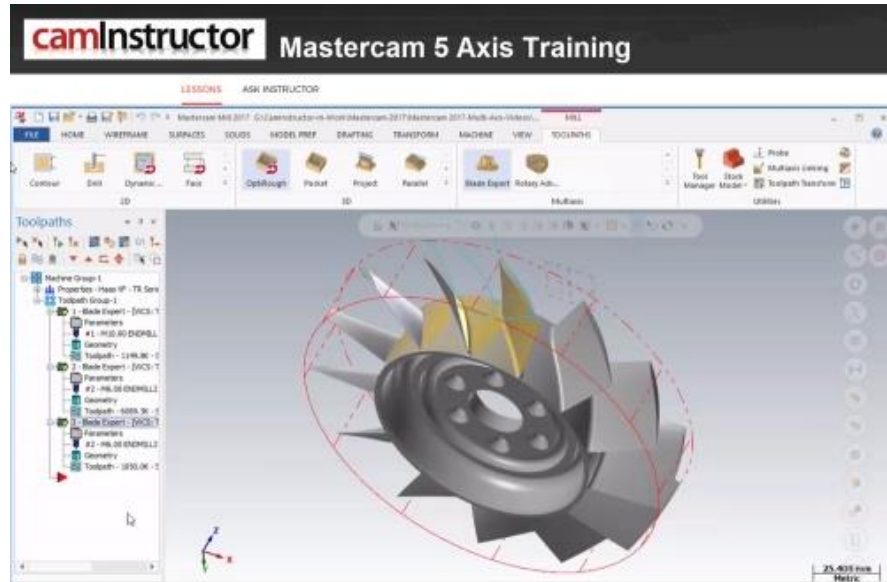


Рис. Е2 Робоче вікно Mastercam

Особливості:

- використання алгоритму Dynamic Motion, що підвищує продуктивність і швидкість програмування.
- можливість застосування технологій Accelerated Finishing і Equal Scallop, що забезпечує швидку та практично ідеальну обробку поверхні навіть при роботі з похилими і вигнутими елементами.
- Модуль Port Expert задля створення багатоосьових траєкторій в складних формах і отворах.
- ефективні інструменти багатоосьової обробки для згладжування країв і видалення гребінців на заготовці

Autodesk ArtCAM [47]

Програма для проектування 2D- і 3D-моделей, створення креслень з «нуля», здійснення просторової механообраби, що дозволяє автоматично підбирати модулі з бібліотеки ескізів і створювати готову деталь. Найбільш доцільна в роботі з фрезерними верстатами, але адаптована до будь-якого типу верстатного обладнання з ЧПУ.

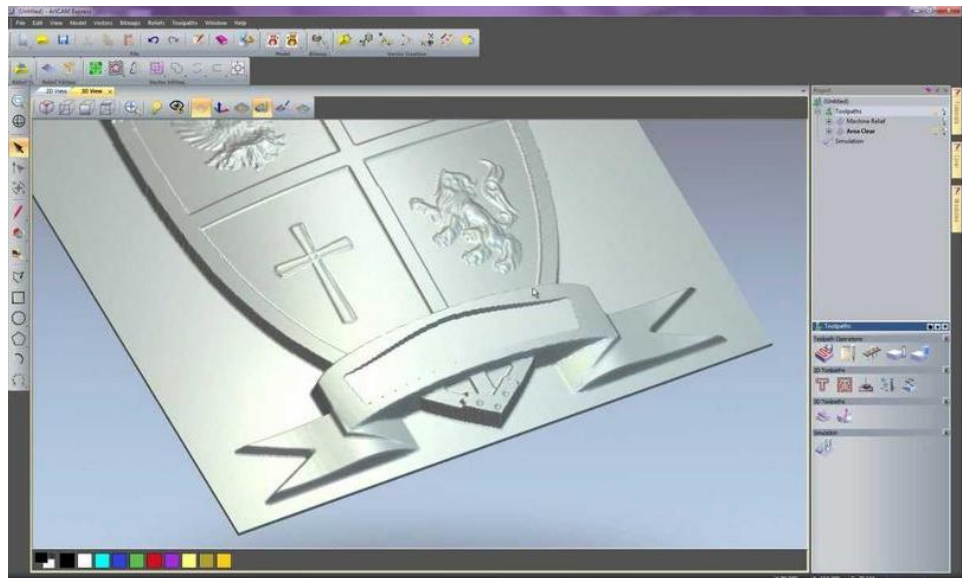


Рис. Е3. Робоче вікно Autodesk ArtCAM

Як бачимо з рис. Е3 інтерфейс програми є інтуїтивно зрозумілим і не викликає складнощів при проектуванні, бібліотека інструментів для створення моделі лідирує в своєму класі.

Безкоштовно розповсюджені Сам-системи

DeskProto [48]

САМ-система автопідбірки УП для обробки складних виробів на токарних і фрезерних верстатах з ЧПУ. Тривимірна модель заготовки експортується з будь-якого 3D-редактора у вигляді файлу STL, а креслення 2D-формату - як файл DXF.

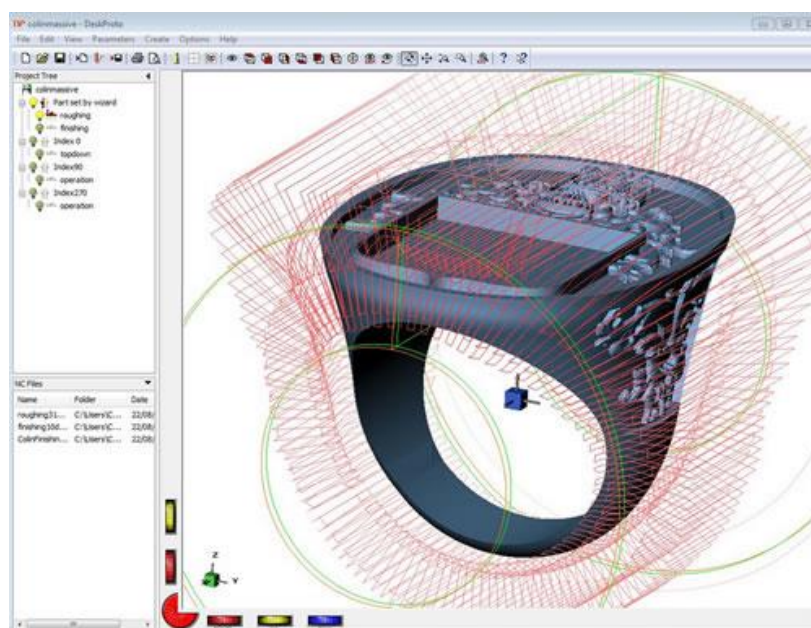


Рис. Е4. Робоче вікно DeskProto

Можливості DeskProto: генерація готової УП з можливістю повороту осі обробки; створення програми дзеркальної обробки, імпорт і взаємодія з 3D-об'єктом; побудова процесу технологічної обробки; наочний перегляд проекту; налаштування постпроцесора під характеристики верстата.

FreeMILL [7]

Безкоштовний модуль САМ-системи з написання G-коду для фрезерних верстатів з CNC управлінням від компанії Mecsoft.

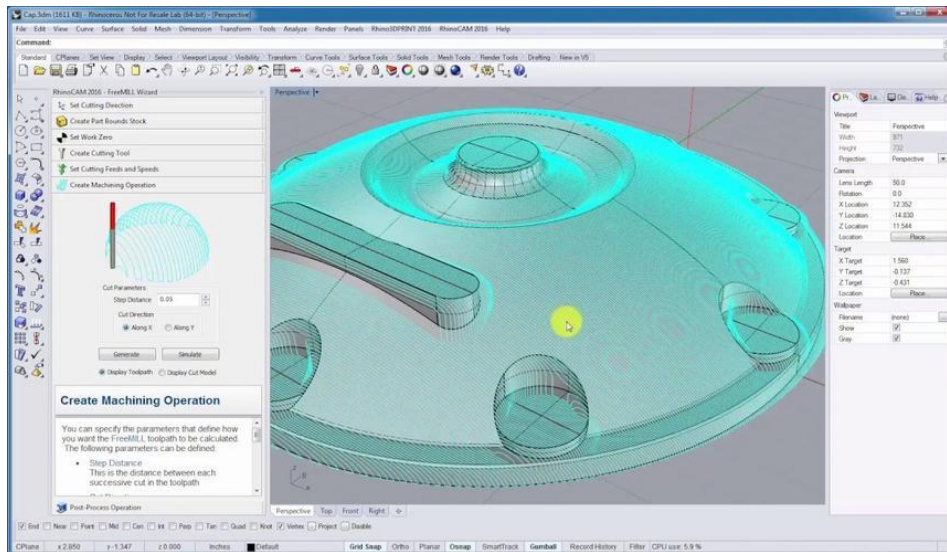


Рис. Е5 Робоче вікно FreeMILL

Можливості: будувати траєкторії в просторі для переміщення робочого інструмента; проводити пробне тестування траєкторії; створювати повний проєкт обробки деталі; писати G-коди для конкретного типу верстатного обладнання.

Зміст інструктажу з техніки безпеки при роботі з верстатом ЧПУ, [27]**До початку роботи:**

Оператору верстату необхідно перевірити:

— наявність і справність огорожень рухомих елементів верстата, а також струмовивідних частин електричної апаратури та елементів управління;

— огорож для захисту від стружки й охолоджувальних рідин;

— перевірка цілісності ділянок електропроводки (ізоляції), проводу електричного заземлення верстата;

— справність пускових, зупинкових, реверсивних пристроїв, пристроїв перемикання швидкостей і фіксаторів органів управління, щоб запобігти самовключенню й зупинкам верстата;

— справність різального і допоміжного інструменту і надійність фіксації його в інструментальному магазині.

Робота на верстаті ЧПУ без захисних огорожень і запобіжних пристроїв і пристосувань **не допускається**.

Установка й налаштування:

При установці верстатного інструменту необхідно перевірити його справність (відсутність надламів, тріщин і правильність заточування), а для виключення випадків виривання інструменту з затискних пристосувань необхідно надійно зміцнити його (відповідно до технології). Категорично забороняється використовувати непередбачені технологією підкладки під інструмент.

Перед включенням верстата необхідно переконатися, що пуск його нікому не загрожує небезпекою. Забороняється включати шпиндель і переміщувати рухомі вузли верстата, якщо в робочій зоні механізмів знаходяться сторонні особи.

Налаштування верстату:

Перед налаштуванням верстата пробним включенням і вимиканням необхідно перевірити, чи не може статися мимовільне включення двигуна

верстата.

На видному місці слід повісити попереджувальний напис: «Не включати – працюють люди».

Перед налагодженням верстата перевіряють його роботу на холостому ході. Всі елементи налаштування необхідно виконувати поступово, після ретельної перевірки кожного попереднього елемента.

При необхідності роботи в налагоджувальному режимі з відкритим огорожею зони обробки оператор повинен надягати захисні окуляри.

Після закінчення наладки верстата необхідно відновити і міцно закріпити огорожі і запобіжні пристрої й перевірити, чи не залишилися в механізмах ручний інструмент, кріпильні деталі та інші предмети.

Під час роботи на верстаті:

Необхідно чітко виконувати послідовність прийомів з управління.

Щомісяця слід проводити тестову перевірку блокувальних пристроїв при роботі верстата на холостому ході. У тому випадку, якщо в процесі роботи з'ясувалося, що інструмент або пристосування, передбачені технологією, незручні, забороняється користуватися випадковими пристосуваннями.

При роботі верстата забороняється проводити зміну і наладку ріжучого інструменту, кріплення і зняття деталей в патроні, вимірювання та усунення несправностей; відкривати кришки і блоки в стійці системи програмного управління; розкривати пульти управління; проводити заміну сигнальних ламп і ламп місцевого освітлення; проводити роботи, пов'язані з розкриттям труб, металорукавів, гнучких шлангів, що закривають струмонесучі дроти.

При найменшому відчутті електроструму слід припинити роботу і заявити про це черговому електрику і адміністрації.

При проведенні огляду систем з ЧПУ і усунення несправностей необхідно дотримуватися всіх запобіжних заходів, застосовувати справні робочі інструменти, прилади.

По закінченню роботи:

Необхідно утримувати робоче місце в чистоті і порядку, своєчасно

очищати його від масла, емульсії, стружки та інших відходів. Прибирати стружку треба за допомогою щітки, гачка, скребачки, лопатки і інших пристосувань, але ні в якому разі не рукою. Забороняється проводити прибирання верстата повітрям, а також застосовувати для очищення верстата бензин, гас, кислоти та інші вибухонебезпечні, горючі та їдкі речовини. Чистку верстата слід проводити після повної його зупинки.

Плани конспекти занять з курсу «Системи ЧПУ»

Практичне заняття

Тема: Виконання творчих завдань з використанням CAD/CAM-систем

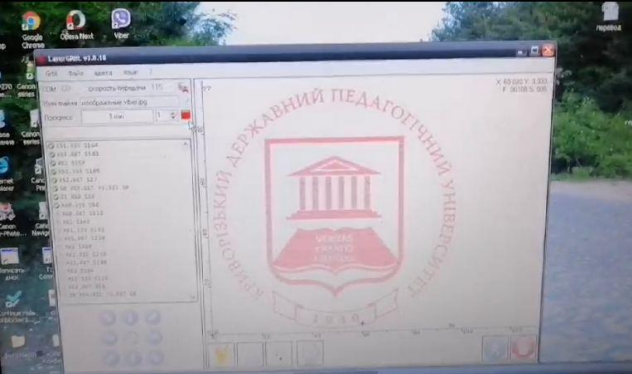
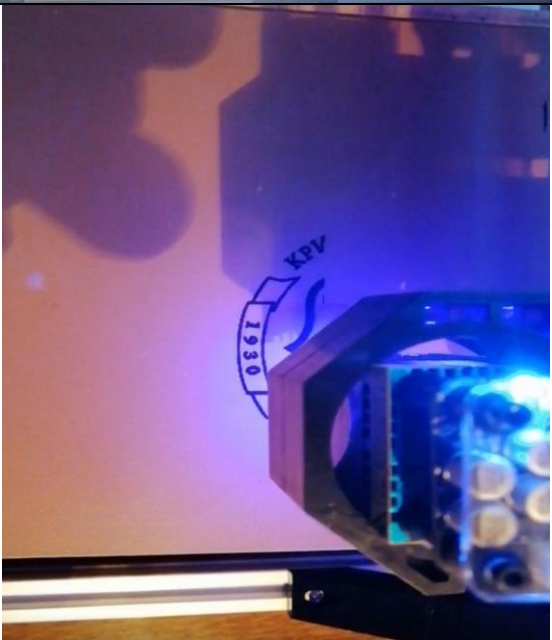

Мета: ознайомитися з принципом роботи CAD-системи; сформувати в студентів знання й практичні навички роботи зі створення технічно-конструкторської документації, підготувати ескіз та виготовити виріб шляхом гравірування.

Обладнання: комп'ютер із доступом до мережі Інтернет, мультимедіа, верстат з ЧПУ, пласка поверхня.

Місце проведення: лабораторія технічної творчості.

Технологічна картка

1.	Розробити ескіз виробу в програмі Компас-3D	
2.	Оновити правила ТБ	Додаток Ж
3	Відрегулювати верстат ЧПУ, здійснити необхідне налаштування	

4	Створити програму управління шляхом передачі ескізу в програму LaserGRBL	
5	Запустити верстат ЧПУ	
6	Оцінити результат роботи	
7	Вимкнути верстат, прибрати робоче місце	

Контрольні питання:

1. Що таке CAD і САМ система?
2. Яка система використовується в побудові програми управління з гравірування у верстаті CNC 3018 PRO.
3. Яким чином відбувається налаштування верстату.
4. Які особливості роботи програми LaserGRBL.

Лекція

Структура програми управління для системи ЧПУ

Мета: забезпечити засвоєння знань з основ програмування на верстатах ЧПУ, способів підготовки програм управління, шляхів налаштування програми та її верифікації.

План лекції

1. G- і M-коди
2. Структура програми управління
3. Слово даних, адреса й число кадру
4. Модальні й немодальні коди
5. Формат програми
6. Рядок безпеки
7. Форматування програми управління.
8. Верифікація та налаштування програми управління

Використана література

Ловыгин А. А., Теверовский В. Л. Современный станок с ЧПУ и CAD/CAM система. Москва. : ДМК-Пресс, 2015. 286 с.

Зміст лекції

1. G- і M-коди

Програмування обробки на сучасних верстатах з ЧПУ здійснюється мовою, що звичайно називають мовою ІСО (ISO) 7 біт, або мовою G- і M-кодів.

Коди з адресою G, називають підготовчими, що відповідають налаштуванню СЧПУ на певний вид роботи.

Коди з адресою M називаються допоміжними, вони призначені для керування режимами роботи верстата.

Для керування численими функціями верстата зі ЧПУ застосовується досить велике число різних кодів. Проте, вивчивши набір основних G - і M-кодів, можна легко створити програму управління. Докладний опис всіх стандартних кодів і приклади їхнього використання можна знайти в Довіднику G - і M-кодів.



2. Структура програми управління

Програма управління (УП) є впорядкованим набором команд, за допомогою яких визначаються переміщення виконавчих органів верстата й різні допоміжні функції.

Будь-яка програма обробки складається з деякої кількості рядків, які називаються *кадрами УП*

Кадр УП – складова частина УП, що вводиться і працює як єдине ціле й містить не менше однієї команди.

Система ЧПУ зчитує й виконує програму кадр за кадром. Дуже часто програміст призначає кожному кадру свій номер, що розташований на початку кадру й позначений буквою N.

Більшість верстатів зі ЧПУ дозволяють спокійно працювати без номерів кадрів, які використовуються винятково для зручності зорового сприйняття програми й пошуку в ній необхідної інформації.

Програмістові рекомендується розташовувати номери кадрів з інтервалом в 5 або 10 номерів, щоб при необхідності можна було вставити в програму додаткові кадри

На самому початку УП обов'язково повинен перебувати код *початку програми%* і номер програми (наприклад, 00001). Два цих перших кадрів не впливають на процес обробки, проте вони необхідні для того, щоб СЧПУ могла відокремити в пам'яті одну програму від іншої. Вказівка номерів для таких кадрів не допускається.

Приклад структури програми

%	Початок програми	
00001 (PAZ)	Назва програми	
N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90	Налаштування системи ЧПУ на певний режим роботи або строка безпеки	
N20 M06 T01 (FREZA D1)	Підготовка до обробки	
N30 G43 H01	Поставити інструмент із магазину в шпindelь Активувати компенсацію довжини інструмента	
N40 M03 S1000	Змусити шпindelь обертатися в потрібному напрямку на зазначеній швидкості	
N50 G00 X3 Y8	Обробка деталі	
N60 G00 Z0.5		
N70 G01 Z-1 F25		
N80 G01 X3 Y3		
N90 G01 X7 Y3		
N100 G01 X7 Y8		
N110 G01 Z0.5	Заключні кадри	
N120 M05		Зупинка шпindelя
N130 M30 %		Завершення програми

Кадр № 10 налаштовує систему ЧПУ на певний режим роботи з наступними кадрами УП. Наприклад, G21 означає, що верстат буде працювати в метричній системі, тобто переміщення виконавчих органів програмуються й виконуються в міліметрах, а не в дюймах. Іноді такі кадри називають рядками безпеки, тому що вони дозволяють перейти системі в деякий стандартний режим роботи або скасувати непотрібні функції.

Наступні кадри говорять верстату про необхідність підготовки до обробки. Для цього потрібно поставити інструмент із магазину в шпindelь (кадр N20), активувати компенсацію довжини інструмента (кадр N30) і змусити шпindelь обертатися в потрібному напрямку на зазначеній швидкості (кадр N40).

Також можна використати символи коментарів. СЧПУ ігнорує будь-який текст, укладений у круглі дужки, що дозволяє вписати коментарі, які потрібні для позначення важливих елементів програми, наприклад, указати в кадрі діаметр або найменування застосовуваної фрези.

Кадри з номерами від N50 до N110 безпосередньо відповідають за обробку деталі. У цій частині УП містяться коди, призначені для переміщення інструмента в зазначені координати. Наприклад, кадр N80 переміщає інструмент у точку з координатами X3, Y3 зі швидкістю подачі, рівні 25 міліметрів за хвилину.

Заклучні кадри призначені для останова шпindelя (кадр N120) і завершення програми (кадр N130).

Схематично будь-яку УП можна представити у вигляді



Блок-схема ПУ

Початок програми

Виклик першого інструмента

Основна частина УП – робочі переміщення

Зміна інструмента

Основна частина УП – робочі переміщення

Кінець програми

3. Слово даних, адреса й число кадру

УП складається з безлічі різних кадрів. У свою чергу, кожен кадр УП складається зі слів даних. А слово даних будується з адреси (букви) і числа, що до нього стосується. Наприклад, адреса Y стосується осі X а наступне за адресою число позначає координати уздовж цієї ж осі.

G01 X3 Y3 – кадр УП

G – адреса; 01 – число; G01 – слово даних – код;

X – адреса; 3 – число; X3 – слово даних;

Y – адреса; 3 – число; Y3 – слово даних;

4. Модальні й немодальні коди

Всі верстатні коди можна умовно розділити на два класи залежно від їхньої здатності зберігатися в пам'яті СЧПУ.

Немодальні кодидіють тільки в тому кадрі, у якому вони перебувають.

Модальні коди навпроти, можуть діяти нескінченно довго, поки їх не скасують іншим кодом.

Виділяють кілька груп кодів залежно від функцій, що вони виконують.

Коди по групах

Переміщення	G00, G01, G02, G03
Тип координатної системи	G90, G91
Одиниці введення даних	G20, G21
Постійні цикли	G80, G81, G82, G83, G84, G85...
Робоча система координат	G54, G55, G56, G57, G58...
Компенсація довжини інструмента	G43, G44, G49
Корекція на радіус інструмента	G40, G41, G42
Повернення в постійних циклах	G98, G99
Активна площина обробки	G17, G18, G19

Два модальних коди з однієї групи не можуть бути активними в один і той самий час. Наприклад, G02 і G03 перебувають у групі кодів осьових переміщень, і тому не можуть застосовуватися одночасно. Один із цих кодів обов'язково скасує дію іншого.

Особливістю модальних кодів є те, що не потрібно вводити активний код у наступні кадри. Наприклад, код G01 використовується для переміщення інструмента по прямої лінії. Якщо нам необхідно зробити безліч прямих переміщень, то не обов'язково в кожному наступному кадрі писати G01. Для скасування коду G01 варто застосувати один з кодів тієї ж самої функціональної групи (G00, G02 або G03). Більшість із G-кодів є модальними. Програміст повинен знати, до якої групи й до якого класу належить той або інший код.

Хоча M-коди звичайно не поділяють на модальний і немодальні, однак цей термін все-таки можна застосувати й до них. Наприклад, можна виділити групу M-кодів, відповідальних за подачу охолоджувальної рідини (M07, M08, M09) або за обертання шпинделя (M03, M04, M05). Проте, більшість M-кодів потрібно розглядати як немодальні. Деякі стійки ЧПУ допускають програмування тільки одного M-коду в кадрі.

5. Формат програми

Та сама УП може виглядати по-різному. Розглянемо як приклад фрагмент програми обробки паза:

```
N70 G01 Z-1 F25
N80 G01 X3 Y3
N90 G01 X7 Y3
N100 G01 X7 Y8
N110 G01 Z0.5
```

Оскільки G01 є модальним кодом, то зовсім не обов'язково вказувати цей код у кожному кадрі лінійних переміщень. Тому даний фрагмент УП може виглядати в такій спосіб:

```
N70 G01 Z-1 F25
N80 X3 Y3
N90 X7 Y3
N100 X7 Y8
N110 Z0.5
```

Адреси X і Y також є модальними. Тобто значення координат зберігаються в пам'яті, доки СЧПУ не замінить (оновить) їх іншими значеннями координат.

Отже маємо наступний варіант фрагменту УП:

```
N70 G01 Z-1 F25
N80 X3 Y3
N90 X7 N100 Y8
N110 Z0.5
```

Система ЧПУ читає програму обробки кадр за кадром. При цьому в буфер пам'яті системи попадає один або кілька кадрів цілком. Для сучасних систем ЧПУ не принципово, у якому місці кадру перебуває той або інший код (слово даних). Однак деякі верстати, що мають застарілі системи ЧПУ, можуть бути дуже причепливі до порядку слів даних у кадрі й до пробілів між ними. Для сучасної стійки три наведених нижче кадри будуть мати зовсім однаковий ефект:

N01 G55 G01 X30.45 Y2.35 M08

N02 M08 Y2.35 G55 X30.45 G01

N03 G01 X30.45 Y2.35 G55 M08

Для того щоб програмістові було легше створювати й читати УП, рекомендується наступний порядок розташування слів даних і знаків програмування в кадрі:

- 1) код пропуску кадру (/);
- 2) номер кадру (N);
- 3) підготовчі функції (G-коди);
- 4) адреси осевих переміщень (X, Y, Z, I, J, K, A, B, C);
- 5) команда подачі (F);
- 6) команда числа оборотів (S);
- 7) допоміжні функції (M-коди).

Після номера кадру N звичайно йде G-код. Це як дієслово в реченні – G-коди вказують на функцію кадру. Далі йдуть адреси й координати позицій осевих переміщень. M-коди звичайно ставляться в кінець кадру. Це правило діє, коли в кадрі присутній G-код.

Проте, якщо в кадрі немає G-коду, то багато програмістів ставлять M-код на початок:

N40 M03 S1000

N50 G00 X3 Y8

В УП не допускаються пробіли між адресою (буквою) і числом або усередині G- і M-кодів.

Більшість сучасних стійок ЧПУ працює й без пробілів між словами даних. Видалення пробілів дозволяє скоротити розмір УП. Однак людині, на відміну від комп'ютера, буде незвично читати УП у такому варіанті.

Номера кадрів для більшості сучасних СЧПУ не є обов'язковим.

Необхідно приділити особливу увагу числовому формату, з яким працює СЧПУ. Як правило система ЧПУ працює з десятковим форматом і дозволяє використовувати кілька знаків до десяткової крапки й кілька знаків після неї (наприклад, 999.999). Можливі різні варіанти вживання ведучих (перед десятковою крапкою) і наступних (після десяткової крапки) нулів. Можна порівняти варіанти запису: Z0.1 Z.1 Z0.100

У деяких випадках наявність десяткової крапки в певних словах даних є обов'язковою, а в інших – неприпустимою. Ця інформація міститься в документації верстата з ЧПУ, у якому говориться про формат програмування.

При роботі з додатними числами не потрібно вводити знак "+", але для від'ємних чисел знак «-» повинен бути запрограмований обов'язково.

Отже, переглянемо вихідний та стиснений варіанти програми:

Незважаючи на те що другий варіант УП має менший розмір (економія програмної пам'яті системи ЧПУ), його набагато важче читати.

Отже, при роботі з «економічною» версією УП з'являється ймовірність зробити помилку або її не помітити. Але, оскільки сучасні СЧПУ й комп'ютери мають досить значний обсяг пам'яті, то немає рації «заощаджувати байти», забираючи пробіли між словами даних, не ставлячи номерів кадрів і забуваючи про коментарі.

%	%
O0001 (PAZ)	O0001 (PAZ)
N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90	G21G40G49G54G80G90
N20 M06 T01 (FREZA D1)	M06 T1
N30 G42 H01	G42 H1
N40 M03 S1000	M3S1000
N50 G00 X3 Y8	G0X3Y8
N60 G00 Z0.5	Z.5
N70 G01 Z-1 F25	G1Z-1F25
N80 G01 X3 Y3	X3Y3
N90 G01 K7 Y3	K7 Y3
N100 G01 K7 Y8	K7 Y8
N110 G01 Z0.5	Z.5
N120 G91 G28 X0 Y0 Z0	G91G28X0Y0Z0
N130 M05	M5
N140 M30	M30
%	%

6. Рядок безпеки

Рядком безпеки називається кадр, що містить G-коди, які переводять СЧПУ в певний стандартний режим, скасовують непотрібні функції й забезпечують безпечну роботу з УП. У нашій програмі для обробки паза рядком безпеки є кадр N10.

N10 G21 G40 G49 G54 G80 G90

Як уже йшлося, багато кодів є модальними й залишаються активними в пам'яті СЧПУ доти, поки не будуть скасовані. Можливі ситуації, коли непотрібний модальний G -код не був відмінний. Наприклад, якщо програма обробки була перервана за якимись причинами в середині. Рядок безпеки, що звичайно перебуває на початку УП або після кадру зміни інструмента, дозволяє «відновити» забуті G -коди й вийти у звичний режим роботи.

До таких кодів, зокрема належать:

Код G21 – переміщення й подачі розраховуються й здійснюються в міліметрах, а не в дюймах (G20);

Код G40 скасовує автоматичну корекцію на радіус інструмента.

Код G49 скасовує компенсацію довжини інструмента.

Код G54 на більшості сучасних верстатів дозволяє активувати одну з декількох робочих систем координат.

Код G80 скасовує всі постійні цикли (наприклад, цикли свердління) і їхні параметри.

Код G90 активує роботу з абсолютними координатами.

7. Форматування УП

Досить важливо, щоб УП була чіткою, зрозумілою як будь -кому, так і безпосередньо СЧПУ. Гарна читаність програми забезпечується чіткою структурою, коментарями, номерами кадрів і пробілами між словами даних, тобто її форматом. Однак це не єдина причина для форматування УП. Другою причиною є сумісність. Вона забезпечується у випадку, коли всі програмісти -технологи використовують однаковий формат.

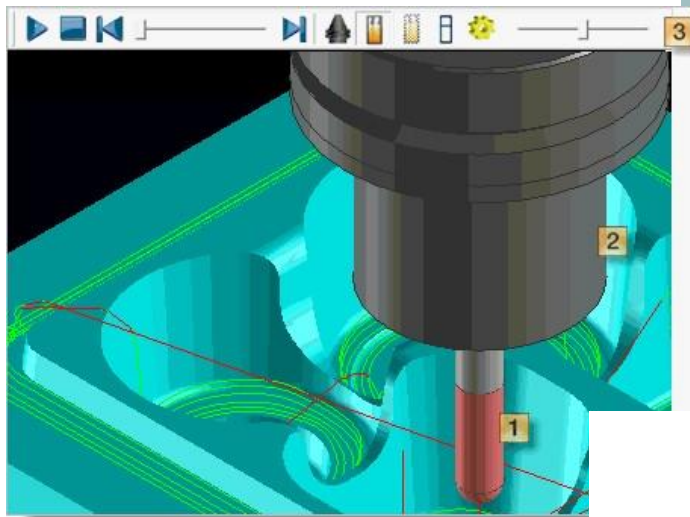
Мабуть, найважливішою причиною для форматування УП є специфіка багатоінструментальної обробки на сучасних верстатах із ЧПУ. Особливість цієї роботи полягає в частій зміні інструмента й у багаторазовому використанні того ж самого інструмента. У оператора верстата може виникнути необхідність перезапуску програми з певного номера інструмента або операції. Для цього потрібна особлива технологія написання УП, потрібна певна надмірність інформації.

Досвідчений програміст завжди включає в УП деякий набір додаткових команд, що дозволяють операторові верстата «стартувати» з певних кадрів програми. Цими командами можуть бути не тільки команди включення необхідних оборотів шпинделя S і M03, але й рядка безпеки, команди на виконання компенсації довжини й корекції на радіус інструмента.

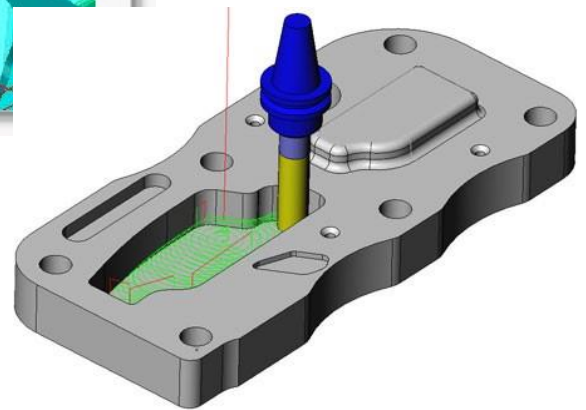
Це означає, що одна УП може

складатися з безлічі «міні-програм»

%	(3 OPERATION)
00002	N164 T3 M6
(PROGRAM NAME - T)	N166 G00 G90 G54 X -88.783 Y47.985 A.0. S1000M3
(DATE=DD -MM-YY - 15-09-04 TIME=HH:MM - 22:55)	N168 G43 H3 Z100.
N100 G21	(4 OPERATION)
N102 G00 G17 G40 G49 G80 G90 (1 OPERATION)	N194 T4 M6
N104 T1 M6	N196 G00 G90 G54 X -88.783 Y47.985 A.0. S1000M3
N106 G00 G90 G54 X -88.783 Y47.985 A.0. S1000M3	N198 G43 H4 Z100.
N108 G43 H1 Z100.	(5 OPERATION)
(2 OPERATION)	N224 T5 M6
N134 T2 M6	N226 G00 G90 G54 X -88.783 Y47.985 A.0. S2000M3
N136 G00 G90 G54 X -88.783 Y47.985 A.0. S1000M3	N228 G43 H5 Z100.
N138 G43 H2 Z100.	N248 M08 N250 G28 X0 Y0 Z0
	N252 M30 %



Верифікація
/ блекпот



Помилки	Наслідки
Не включена подачі охолоджувальної рідини	Зіпсований інструмент, зниження якості поверхні
Неправильний режим різання	Зіпсований інструмент, заготовка рухається по поверхні робочого столу
Невминули обороти шпинделя під час обробки	Зіпсований інструмент, зіпсована заготовка
Неправильний технологічний цикл	Зламаний інструмент, зіпсована заготовка
Траєкторія руху інструмента дотикається поверхні робочого столу	Зламаний інструмент, зіпсована заготовка
У коректорах стоять неправильні дані	Зламаний інструмент, зіпсована заготовка або брак виробу

Контрольні питання

1. Що таке кадр УП?
2. Для чого потрібні номери кадрів?
3. Для чого на початку програми перебувають код початку програми й номер програми?
4. Із чого складається слово даних?
5. Перелічіть функціональні групи кодів.
6. У чому перевага модальних G-кодів перед немодальними?
7. Для чого потрібні рядки безпеки?
8. Яка структура УП.
9. Назвіть причини для форматування УП.