

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРИВОРІЗЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет дошкільної і технологічної освіти
Кафедра загальнотехнічних дисциплін та професійного навчання

«Допущено до захисту»

Завідувач кафедри ЗТДПН

_____ Олег Цись
« ___ » _____ 2023 р.

Реєстраційний № _____
« ___ » _____ 2023 р.

**МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ВЕРСТАТИВ ІЗ ЧИСЛОВИМ
ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ НА БАЗІ АПАРАТНО-
ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ARDUINO НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЇ**

Кваліфікаційна робота студентки
групи ТОАм-22
ступінь вищої освіти магістр
спеціальності
014.10 Середня освіта (Трудове навчання
і технології)
Мосузенко Юлії Андріївни
Керівник: к.пед.н., доц.
Цись Олег Олександрович

Оцінка:

Національна шкала _____

Шкала ECTS _____ кількість балів _____

Голова ЕК _____

Члени ЕК _____

ЗМІСТ

| | |
|--|-----------|
| ВСТУП | 3 |
| 1. ЗАСТОСУВАННЯ ВЕРСТАТІВ ІЗ ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ НА БАЗІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ARDUINO В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ..... | 6 |
| 1.1 Застосування верстатів із числовим програмним управлінням в освітньому процесі..... | 6 |
| 1.2 Переваги верстатів із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino в порівнянні з універсальними верстатами..... | 7 |
| 2. РОЗРОБКА Й ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕРСТАТУ ІЗ ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ НА БАЗІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ARDUINO..... | 14 |
| 2.1 Різновиди і конструкція верстатів із числовим програмним управлінням..... | 14 |
| 2.2 Розробка й виготовлення верстату із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino | 22 |
| 2.3 Програмування верстатів із числовим програмним управлінням. | 29 |
| 3. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ВЕРСТАТУ ІЗ ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЇ | 41 |
| 3.1 Дидактичні умови застосування навчальних верстатів з числовим програмним управлінням на уроках технології..... | 41 |
| 3.2 Методика використання верстату із числовим програмним управлінням на уроках технології..... | 42 |
| ВИСНОВКИ..... | 49 |
| СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ..... | 51 |
| ДОДАТКИ..... | 54 |

ВСТУП

В даний час на промислових підприємствах відбувається процес витіснення застарілих верстатів новими видами устаткування.

На зміну верстатам загального призначення прийшли верстати з числовим програмним управлінням (ЧПУ). Технологія виробництва переходить на принципово новий технологічний рівень, на якому потрібна повна відповідність різального інструменту можливостям верстата.[5]

Верстати з числовим програмним керуванням (ЧПУ) широко застосовуються при виробництві віконних та дверних блоків, у виготовленні меблевих фасадів, розкрої плитних матеріалів на профільні заготовки, виконанні отворів, гнізд, обробці брусків і гнукотесних деталей, деталей стільців та ін.[8]

Верстати з ЧПУ (числовим програмним управлінням) працюють в автоматичному режимі з високою продуктивністю, надійністю, забезпечують високу точність розмірів оброблених деталей, що повністю витісняють ручну працю. Верстати працюють відповідно до керуючої програми. Одна і та ж керуюча програма може бути використана багаторазово і в будь-який час. Програма працює надійно незалежно від стомлюваності верстатника.[16]

При цьому в загальноосвітніх навчальних закладах склалася диспропорція, коли на виробництві рік у рік наростає кількість верстатів з ЧПУ, а учні на уроках трудового навчання та технології досі вивчають застарілі, верстати з ручним керуванням. І якщо у вищих навчальних закладах вже починають з'являтися окремі вибіркові дисципліни даної тематики, то в загальноосвітніх школах ситуація є значно гіршою.

Для ознайомлення учнів з основами налаштування і керування верстату з числовим програмним управлінням потрібна методика, що дозволяє учню ознайомитися з конструкцією верстата з ЧПУ, навчитися складати керуючі

програми, а також, безпосередньо, верстат з ЧПУ при роботі з яким, учні мали б змогу закріпити практичні навички.

Це зумовило вибір *теми* кваліфікаційної роботи: «**Методика використання верстатів із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino на уроках технології.**»

Мета роботи: розробити верстат із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino й методику його використання на уроках технології.

Об'єкт: процес розробки й виготовлення верстату із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino

Предмет: процес розробки методики використання верстатів із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino на уроках технології.

У відповідності до мети визначено такі **завдання:**

1. Дослідити особливості застосування верстатів із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino в освітньому процесі.

2. Розробити й виготовити верстат із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino.

3. Описати методику використання верстату із числовим програмним управлінням на уроках технології.

У процесі виконання кваліфікаційної роботи були застосовані такі **методи:** аналіз літератури та інформаційних ресурсів, порівняння та узагальнення вітчизняного й світового досвіду, вивчення технічної документації, проектування, моделювання.

Практична значущість роботи полягає в тому, що розроблений верстат із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних

засобів Arduino може бути використаний в практиці навчання учнів на уроках технології.

1. ЗАСТОСУВАННЯ ВЕРСТАТІВ ІЗ ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ НА БАЗІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ARDUINO В ОСВІТНЬОМУ ПРОЦЕСІ

1.1 Застосування верстатів із числовим програмним управлінням в освітньому процесі.

Одним із пріоритетних напрямів роботи на уроках технології в старшій школі є здобуття учнями навичок роботи з високотехнологічним устаткуванням. Одним із відповідних варіантів таого устаткування є фрезерні верстати з числовим програмним управлінням, які можна активно використовувати на уроках технології з метою теоретичного та практичного вивчення основ інженерної справи.[19]

Навчання інженерної справи та проектування неможливо організувати лише теоретично. Швидко та просто пояснити основи дисципліни дозволить лише наочність та практичні заняття зі спеціальним обладнанням.[2]

Фрезерні верстати з ЧПУ зазвичай розраховані для використання на планових уроках технологій та у позакласній роботі на гуртках та предметних секціях. Використання такого обладнання допомагає розвивати у школярах навички технічної творчості, допомагає профорієнтації. Школярі активно знайомляться із принципом роботи справжніх верстатів, стикаються з проектуванням, моделюванням та виробництвом заготовок, програмуванням та управлінням, тому можуть правильно оцінювати перспективи майбутньої професії.[8]

Використання справжнього фрезерувального обладнання з ЧПУ на шкільних уроках дозволяє наблизити освітній процес до реальних виробничих умов, занурити школярів у нюанси реальних творчих процесів.

Таке обладнання дозволяє школярам:

- у доступній формі отримати широкий спектр початкових технічних знань;
- познайомитися з модулями фрезерного верстату;
- освоїти область промислового застосування фрезерних верстатів;
- навчитися практичним прийомам управління верстатом у різних режимах.

Переваги навчальних верстатів

1. Практично всі навчальні верстати з ЧПУ працюють від побутової мережі 220 В. Тому встановити таке обладнання можна і в класі, і в майстерні, що суттєво розширює сферу їх використання в порівнянні з промисловим обладнанням.

2. Навчальні верстати з ЧПУ мають досить компактні розміри та невелику вагу. Завдяки цьому їх можна використовувати навіть за умов дефіциту вільного простору.

3. Оскільки таке обладнання використовується в навчальному закладі, розробники подбали про те, щоб знизити рівень шумів, що виникають при роботі.

4. Навчальним верстатам з ЧПУ притаманні простота використання та високий ступінь безпеки під час роботи.

1.2 Переваги верстатів із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino в порівнянні з універсальними верстатами.

В даному розділі ми розглянемо особливості і переваги апаратно-програмних засобів Arduino для при створенні ЧПУ-верстатів своїми руками,

а також переваги металообробних верстатів із ЧПУ порівняно з універсальними.

Основні переваги використання апаратно-програмних засобів Arduino[17]:

- невелика вартість плати;
- середовище програмування просте і зручне, підходить і для новачків;
- крос-платформність.

Самостійно виготовити ЧПУ-верстат на базі Arduino можна навіть з учнями на уроках технології. Це заощадить чимало коштів, але повністю безкоштовно зробити його не вийде, тому що деякі частини виготовити неможливо і їх доведеться купувати. Але в порівнянні з фабричними моделями економія настільки велика, що це коштує витраченого часу.[14]

Сучасні тенденції металообробки диктують необхідність експлуатації верстатів з числовим програмним управлінням. Це дуже важливо задля збереження конкурентоспроможності на світовому ринку. Крім того, сьогодні широко використовуються важкі для обробки матеріали, а отже критично важливе впровадження сучасних технологій різання, зокрема сучасного різального інструменту, а також відповідних методів програмування.[5]

Металообробні верстати з ЧПУ застосовують для багатьох технологічних операцій: фрезерування, точіння і т.д. Такі верстати застосовуються в автомобільній, нафтогазовій, навіть у космічній промисловості та на більш скромному рівні, наприклад, у приватних майстернях.

Незважаючи на очевидні переваги верстатів з ЧПУ багато токарів, фрезерувальників, технологів та інших майстрів зі стажем досі побоюються такого виду обладнання. Дехто вважає, що витрати на ці верстати вищі, а

значить і окуплятимуться дуже довго. Проте ситуація майже повністю протилежна таким уявленням. Верстати з ЧПУ вигідніші, оскільки дозволяють прискорити обробку деталей, автоматизувати виробництво, підвищити точність обробки, брати складніші замовлення роботи та ін. Розглянемо переваги металообробних верстатів із ЧПУ порівняно з універсальними докладніше.

Переваги металообробних верстатів із ЧПУ порівняно з універсальними[16].

1. Висока точність.

Пристрої з ЧПУ з ідеальною точністю обробляють найдрібніші деталі первинних заготовок. Саме завдяки комп'ютерному програмному забезпеченню (ПО) подібні машини здатні здійснювати різання, формування та обробку вихідного матеріалу з такою високою швидкістю та точністю, якої ніяк не досягти традиційним способом обробки. На відміну від ручних ЧПУ-пристроїв виготовляють деталі будь-якої складності та геометрії. Точність зберігається при багаторазовому запуску, що дозволяє значно зменшити кількість сировинних відходів.

2. Економічність.

Робота металообробних верстатів із ЧПУ здійснюється із застосуванням різноманітного програмного забезпечення, сумісного з різними операційними системами (ОС). При цьому від співробітника не потрібно обов'язкового знаходження поряд із верстатом, оператор може керувати обладнанням віддалено, що прискорює процес. Один оператор може одночасно обслуговувати до 4 верстатів, а при застосуванні робота (в умовах високої серійності) витрати на оплату праці йдуть практично в нуль.

Важливий аспект полягає у значній оптимізації витрат на різучий інструмент. Працюючи на звичайному фрезерному верстаті оператору необхідно іноді збільшувати швидкість подачі. Нерідко трапляється, що

співробітник через втому чи нестачу професіоналізму ненавмисно збільшує швидкість. Наслідком цього є знос ріжучої кромки, відлітання платівки, врізання фрези в стіл або саму заготовку. На ЧПУ-обладнанні така ситуація повністю виключена, оскільки швидкість різання заздалегідь задається програмно, і може бути змінена у процесі роботи, проте можливі переміщення інструменту встановлені ще на стадії первинного програмування. Отже, небажане врізання фрези виключено.

3. Виробнича гнучкість.

Використовуючи на виробництві верстати з ЧПУ, Ви забезпечите найпростіший перехід від виготовлення однієї деталі до створення принципово іншої. Цей перехід здійснюється шляхом вибору відповідної програми зі списку, що зберігається у пам'яті ЧПУ. Операція заміни може бути здійснена необмежену кількість разів. В універсальних верстатах швидкості переміщення різними осями та їх співвідношення регулюються механічними передачами, використовується єдиний привід. З цього випливає, що якщо токарний верстат спочатку орієнтований на функціонування в метричній системі, то обробка за дюймовими розмірами на ньому не є можливою. У конструкції сучасних верстатів з ЧПУ для кожного ходового гвинта передбачений свій привід з кроковим або частотно регульованим двигуном. Це дозволяє нарізати нестандартні види різьблення або створювати деталі зі складними криволінійними поверхнями.

4. Підвищення продуктивності.

Найважливішим плюсом є здатність ЧПУ-машин працювати у режимі 24/7 без зупинки. Безпрецедентно високий рівень продуктивності металообробних верстатів з програмним управлінням обумовлюється не тільки зменшенням кількості простоїв, а й можливістю точного розрахунку періоду обробки та збільшення завантаження обладнання. Параметри заготовки та інструменту, повідомлені управляючій програмі, дозволяють

виключити етап розмітки з циклу. Усі операції на ЧПУ верстатах можуть виконуватися з однієї бази, з'являється можливість відмовитися від переустановки заготівлі у процесі. Це позитивно впливає і на продуктивність, і на точність обробки. На ручному обладнанні відсутня можливість повторюваності подібної операції або суміщення токарної та фрезерної операції. Крім того, використання верстатів із ЧПУ дозволяє зменшити завантаження робочого персоналу. Усього одна людина зможе обслуговувати 2 і більше верстатів із ЧПУ залежно від завантаження. Також один верстат з ЧПУ замінює 2 і більше універсальних верстатів, що дозволяє скоротити штат робочих місць, площу виробництва, споживання електроенергії та зменшити витрати іншими способами.

5. Зменшення витрат за ріжучий інструмент.

При використанні універсального обладнання часом доводиться вдаватися до застосування фасонного інструменту при виконанні складної геометрії деталей, а на верстатах ЧПУ достатньо лише одного інструмента (різця або фрези). Це набагато ефективніше, продуктивніше та дешевше.

Для верстатів на ручному управлінні в залежності від цілей виробництва часто стає необхідним придбання додаткового оснащення такого, як копіювальний пристрій, конусні лінійки і т.д., а на верстатах з ЧПУ все вже вбудоване і додаткове оснащення не потрібне.

6. Менш жорсткі вимоги до кваліфікації персоналу.

Для обробки складних деталей на універсальному верстаті потрібні кваліфіковані робітники: токар або фрезерувальник високого розряду (4-6). Важливо знайти співробітника не лише з значним досвідом роботи, але й із задовільними особистісними якостями. А як Ви розумієте, дуже складно знайти достатньо таких фахівців у наш час. Для верстата з ЧПУ достатньо одного оператора та наладчика. Висока кваліфікація не є обов'язковою, будь-який співробітник зможе швидко ознайомитися з програмою. Оператору

верстатів із програмним керуванням не потрібно обточувати деталі вручну. Вся робота тут зводиться всього до кількох дій, а саме:

- стежити за роботою верстата;
- вводити відповідні керуючі команди;
- стежити за станом ріжучого інструменту;
- подавати заготовку та витягувати готову деталь.

Тобто завдання полягатиме лише в тому, щоб контролювати процес і своєчасно поміщати деталь у камеру, та й то не завжди. Оператор верстатів з ЧПУ легко може стежити за кількома верстатами одночасно, а токар або фрезерувальник, яка б не була його кваліфікація, зможе обслуговувати лише один універсальний верстат.

7. Безпека праці

На верстатах з ЧПУ здебільшого робота здійснюється у повністю закритій зоні з додатковими датчиками на дверях. Це унеможливило знаходження співробітника в зоні обробки, тому ризик травмування персоналу зводиться до мінімуму.

З усього вищесказаного можна зробити наступний висновок: верстати з ЧПУ у довгостроковій перспективі вигідніші у фінансовому сенсі, оскільки дозволяють:

- обробляти будь-які, навіть найдрібніші деталі заготовок, з безпрецедентно високою точністю;
- оптимізувати витрати на ріжучий інструмент та прискорити процес виробництва;
- збільшити економічність: скоротити штат робочих місць, площу виробництва, витрату електроенергії тощо.

Однак за певних особливостей виробництва доцільність придбання верстатів із ЧПУ не така очевидна. Наприклад, у разі дрібносерійного, штучного виробництва та особливо у ремонтних цехах, де основним

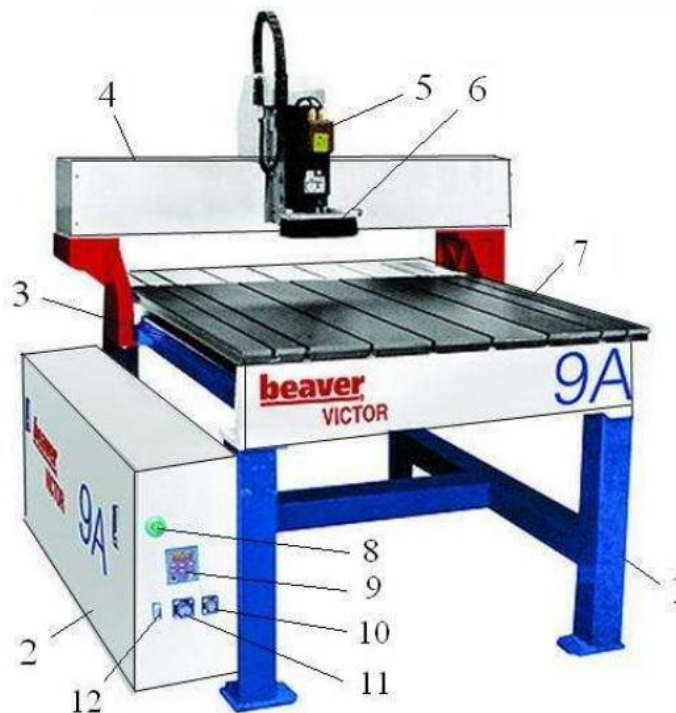
завданням є ремонт деталей, а не серійний випуск. Якщо доводиться виготовляти велику кількість різноманітних деталей або ремонтувати та відновлювати різноманітні вузли, то недоцільно під кожен деталь розробляти програму для верстата ЧПУ, у таких випадках краще віддавати перевагу все таки верстатам з ручним керуванням.

2. РОЗРОБКА Й ВИГОТОВЛЕННЯ ВЕРСТАТУ ІЗ ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ НА БАЗІ АПАРАТНО-ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ARDUINO

2.1 Різновиди і конструкція верстатів із числовим програмним управлінням.

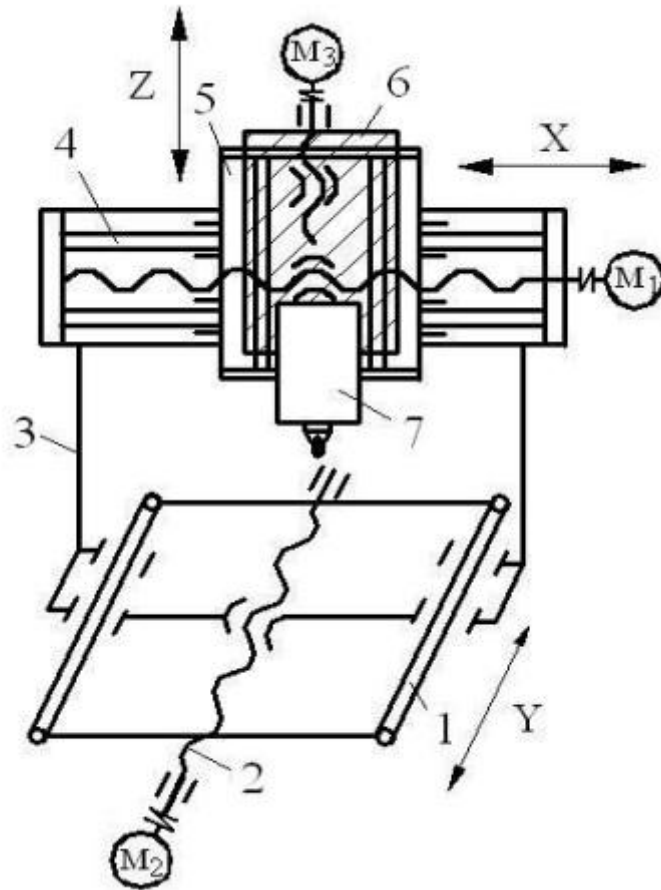
Для вирішення практичних завдань використовуються різноманітні верстати з числовим програмним управлінням, що відрізняються функціональним призначенням та конструкцією. Проте всі вони побудовані за одним принципом: переміщення ріжучого інструменту в просторі здійснюється за прямокутними декартовими координатами.[8]

Найпростіший фрезерний верстат із ЧПУ показаний на мал. 1.



Мал. 1. Фрезерний верстат з ЧПУ: 1 – рама; 2 – блок управління; 3 – поздовжні напрямні; 4 – портал; 5 – шпиндель механізму головного руху; 6 – огорожа-щітка для видалення стружок; 7 – стіл; 8 – сигнальна лампа; 9 – панель управління частотним перетворювачем; 10 – кнопка «Пуск»; 11 – кнопка «Аварійний стоп»; 12 – роз'єм підключення комп'ютера.

Верстат призначений для фрезерування та гравірування поверхонь меблевих фасадів, дверних полотен, обробки плитних матеріалів та ін. Станина верстата зварена. На станині закріплені поздовжні напрямні, на яких встановлений портал (П-подібна конструкція) з можливістю переміщення по осі Y. На порталі змонтовані поперечні напрямні з супортом, що має можливість переміщатися вздовж осі X. Крім того, на супорті на вертикальних напрямних змонтовано супорт переміщення по осі Z, на ньому закріплений шпиндель із фрезою в цанговому патроні. Верстат забезпечений блоком керування, на якому змонтовано пульт керування. У блоці керування верстата є частотний перетворювач, що регулює частоту обертання високооборотного електродвигуна шпинделя. Всі напрямні мають круглий поперечний переріз і взаємодіють з повзунами, що ковзають. Переміщення по напрямних забезпечуються гвинтами з кульковими гайками та приводом від крокових електродвигунів потужністю 1 кВт (мал. 2). Отже, портал 3 змонтований на напрямних 1 і переміщається за допомогою гвинта 2 електродвигуном M2; супорт 5 встановлений на напрямних 4 та переміщається електродвигуном M1; супорт 6 встановлений на вертикальних напрямних із приводом від електродвигуна M3. Така конструкція забезпечує переміщення шпинделя 7 у трьох взаємно перпендикулярних напрямках.



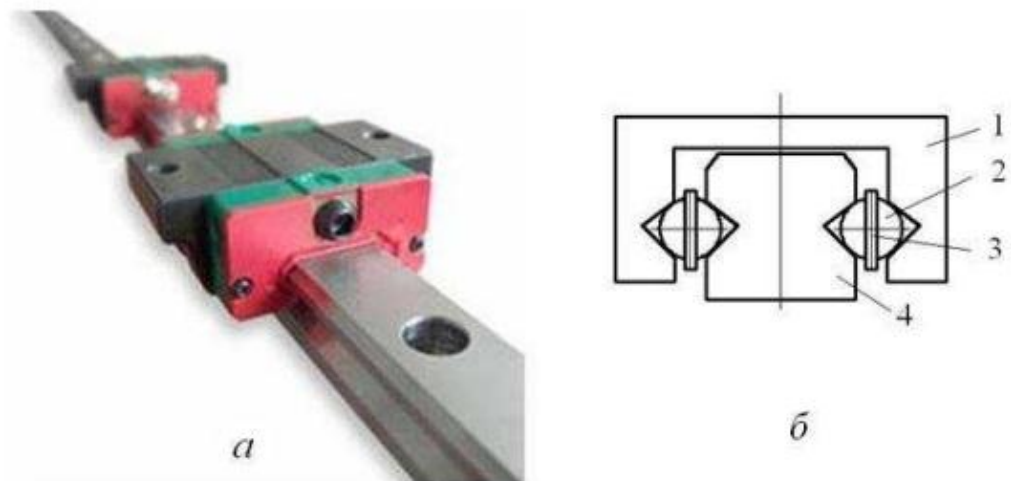
Мал. 2. Схема фрезерного верстата: 1 – поздовжні направляючі; 2 – гвинт; 3 – портал; 4 – поперечні направляючі порталу; 5 – супорт поперечного переміщення; 6 – супорт вертикальних переміщень; 7 – шпиндель.

Основні функціональні механізми верстатів.

Станина. Сучасні верстати з ЧПУ мають різне конструктивне виконання. І все-таки, основу їхньої конструкції складає потужна станина, виконана у вигляді стійкої до деформацій жорсткої звареної коробчастої конструкції. Значна вага станини забезпечує гасіння вібрацій, що виникають у процесі роботи. На станині змонтовані функціональні механізми: механізм базування заготовки, супорт з однією або декількома направляючими головками, направляючі осі, магазин для змінного інструменту та блок управління.

Механізм базування заготовки. Механізм базування верстата складається з одного або декількох столів, а також набору консолей та упорів для закріплення та позиціонування заготовок на столі вакуумним або механічним способом. Для підвищення жорсткості та вібростійкості верстата столи виконуються коробчастої форми з поздовжніми та поперечними ребрами. Для отримання оброблених поверхонь високої якості потрібно, щоб механізми фіксації та базування були досить жорсткими та знижували вібрацію заготівлі. Зазвичай базові елементи виготовляють литими чи звареними. Намітилася тенденція виконувати їх із полімерного бетону або синтетичного граніту, що більшою мірою підвищує жорсткість та вібростійкість.

Напрямні осі. Як напрямні для переміщення супортів по осях координат використовують круглі напрямні (для верстатів низької точності) або високоточні рейкові напрямні кочення (мал. 3).



Мал. 3. Рейкова кулькова напрямна: а – загальний вигляд; б – схема взаємодії кульок з рейкою та кареткою; 1 – каретка; 2 – кульки; 3 – плоский сепаратор; 4 – рейка.

Рейкові напрямні встановлюються по всіх осях. Вони мають високу жорсткість і точність. Каретка спирається на напрямну декількома кульками,

розділеними між собою плоским сепаратором (пластиною з десятьма отворами під кульки). Така конструкція дозволяє зменшити опір пересування каретки по напрямній та підвищити робочий ресурс напрямних. При правильній експлуатації такі напрямні зберігають високі робочі характеристики протягом усього терміну служби верстата.

Ходові гвинти. Ходові гвинти забезпечують переміщення супортів у напрямку осей координат. Вони повинні мати високу жорсткість, у поєднанні з високою плавністю і точністю ходу. У них не допускається утворення люфтів та великі сили тертя. Для цього гвинти забезпечуються кульковими гайками. У такій передачі між витками різьблення гвинта та гайки розташовані кульки, які замінюють тертя ковзання на тертя кочення і багаторазово зменшують опір передачі та збільшують термін її служби.



Мал. 4. Шарико-гвинтова передача.

Двигуни ходових гвинтів. У верстатах з ЧПУ для виконання переміщень по осях за допомогою ходових гвинтів застосовуються крокові електродвигуни або серводвигуни. Кроковий двигун – це електромеханічний пристрій, що перетворює сигнал керування на кутове (або лінійне) переміщення ротора з фіксацією його у заданому положенні без пристрою зворотного зв'язку. На кожен сигнал керування ротор крокового двигуна повертається на кут 30° або 60° . Кількість електричних імпульсів за заданою величиною лінійного переміщення розраховується комп'ютером, потім

імпульси подаються на кроковий двигун. Простота конструкції та легкість управління, можливість роботи без зворотного зв'язку – основні фактори, що підвищують потребу в крокових електродвигунах при виготовленні верстатів з ЧПУ. Однак у них є недоліки. При недостатній потужності можливий збій кроків, ротор може не повернутися, в результаті відбудеться збій точності поверхні, що обробляється.

Серводвигуни. Сучасні високоточні верстати з ЧПУ також оснащуються для приводу ходових гвинтів серводвигунами. Це різновид крокового двигуна з невеликою інерційністю валу. Управляється серводвигун за допомогою імпульсного сигналу та відрізняється швидкістю спрацювання. Серводвигуни працюють гладко, мають хороші характеристики, але ними важко керувати. Для їх роботи необхідні пристрої зворотнього зв'язку, що призводить до підвищення вартості верстата.

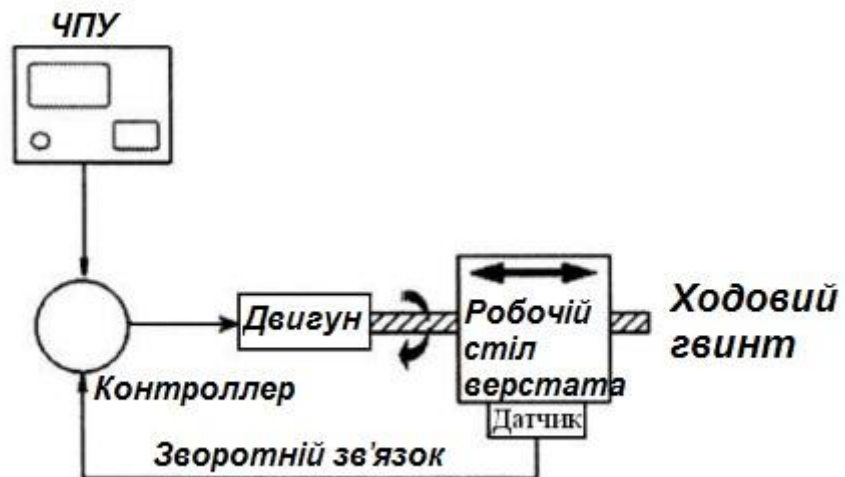
Головний шпиндель. У сучасних фрезерних верстатах шпиндель, позначається віссю С, розташований вертикально, має потужність до 15 кВт з регульованою частотою обертання до 24000 об/хв. Він встановлений на високоточних підшипникових опорах. Шпиндель верстата з ЧПУ виконується точним, жорстким, з підвищеною зносостійкістю шийок, посадкових та базуючих поверхонь. Конструкція шпинделя значно ускладнюється через вбудовані у нього пристрої автоматичної установки та затиску інструменту. Точність обертання шпинделя забезпечується, перш за все, високою точністю виготовлення підшипників. В опорах шпинделів застосовують підшипники кочення. Для зменшення впливу зазорів та підвищення жорсткості опор зазвичай встановлюють підшипники з попереднім натягом або збільшують кількість тіл кочення. На шпинделі може бути встановлена також будь-яка агрегатна головка з різальним інструментом, кріплення при цьому здійснюється за допомогою стиковального вузла та гідравлічної затискної системи.

Корпус шпинделя за допомогою зубчастої циліндричної передачі з керованим приводом може повертатися навколо горизонтальної осі на кут в діапазоні $0 \dots 360^\circ$. Це дозволяє розгорнути агрегатну головку на будь-який заданий кут. Поворот її проводиться автоматично з високою точністю по керуючій програмі.

Приводом головного руху на верстатах з ЧПУ зазвичай використовується електродвигун змінного струму. Для керування частотою обертання валу асинхронного двигуна застосовується перетворювач частоти. Перетворювач є електронним пристроєм, побудованим на базі мікропроцесорної техніки. Управління частотою обертання різального інструменту досягається автоматично після введення параметрів електродвигуна у програму керування.

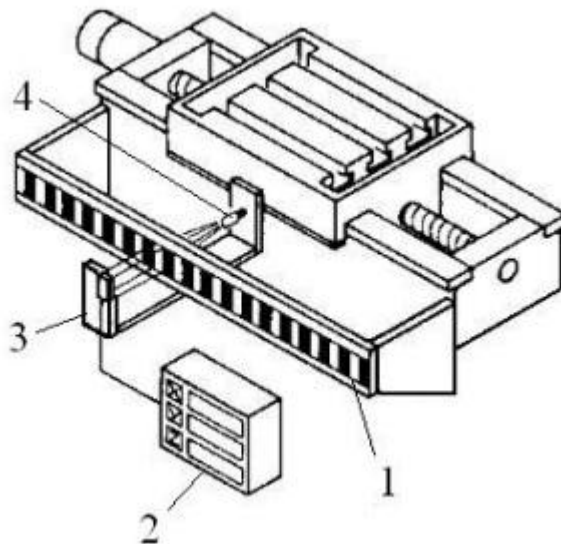
Магазин інструментів. Змінний різальний інструмент та агрегатні головки зберігаються у тарілчастому магазині. На обробних центрах використовуються восьми-або вісімнадцяти позиційні магазини. Магазин переміщуються разом із супортом центру по координатним осям X та Y. Цього магазин з'єднаний із супортом тягою. У магазині можуть зберігатися інструменти для горизонтальних та вертикальних свердлильних шпинделів, розташованих по осі X, агрегату для вибірки пазів, горизонтальних свердлильних шпинделів, орієнтованих по осі осі Y, та головного шпинделя. Позичювання супорту здійснюється за допомогою лазерного променя.

Система зворотного зв'язку. Система зворотного зв'язку забезпечує систему управління інформацією про реальне переміщення механізмів верстата та швидкості їх переміщень. Використовуючи для приводу ходових гвинтів серводвигуни (мал. 5). Серводвигун переміщає за допомогою ходового гвинта робочий стіл верстата, який переміщається щодо датчика зворотного зв'язку. Система зворотний зв'язок виконує постійне порівняння фактичного переміщення із заданим і здійснює необхідну корекцію.



Мал. 5. Система ЧПУ із зворотним зв'язком.

Пристрій зворотнього зв'язку включає прозору лінійку (мал. 6) зі штрихами. На рухомому столі встановлено джерело світла та фотодатчик, що зчитує штрихи при переміщенні столу та передає імпульси на лічильник. Такий пристрій відрізняється простотою конструкції лінійки і простотою обнулення лічильника. При роботі система зворотного зв'язку стежить за переміщенням та подає напругу на двигун до тих пір, поки повз датчик пройде задану кількість штрихів



Мал. 6. Схема пристрою зворотного зв'язку:

1 – лінійка; 2 – лічильник імпульсів; 3 – фотодатчик; 4 – джерело світла

2.2 Розробка й виготовлення верстату із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino

«Ардуїно» дозволяє керувати різними кроковими двигунами та периферійними пристроями, які призначені для створення ЧПУ-апаратів. До таких відносяться лазерні гравери, фрезерні та токарні верстати тощо. Arduino – це поєднання апаратної та програмної частин. Його використовують для спрощення розробки електроніки.[18]



До апаратної частини відносяться різні плати Arduino, в яких є мікроконтролери, що програмуються, і додаткові модулі. Програмна частина включає середовище розробки досить простою мовою програмування, а також велика кількість вже готових бібліотек.[17]

Після створення «Ардуїно» швидко здобуло успіх. Відкрита архітектура дозволяє створювати мікроконтролери і робити прошивки всім зацікавленим людям. Схеми та код знаходяться у відкритому доступі. Після поширення велика кількість виробників електроніки стали використовувати Arduino і для своєї продукції.

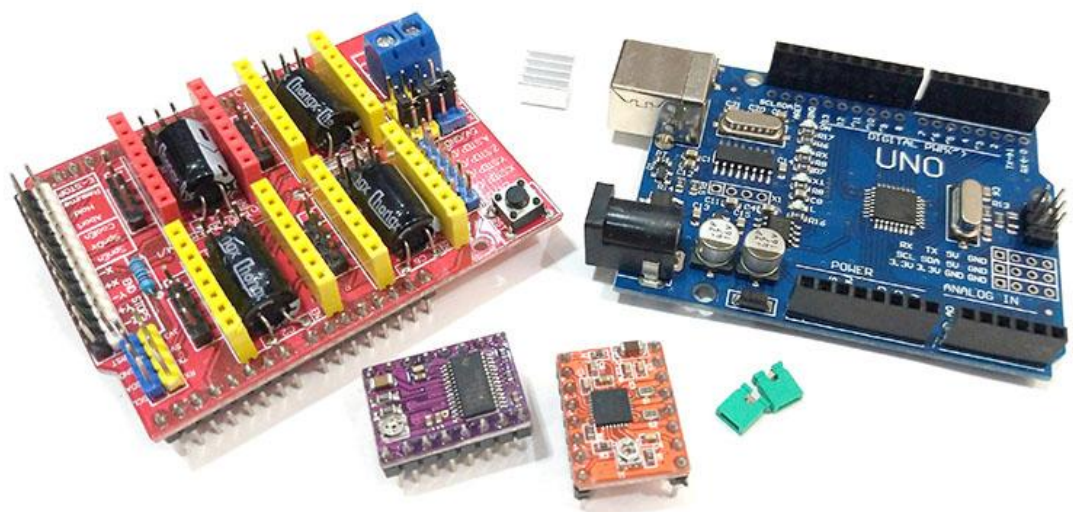
Після попадання на китайський ринок плати стали набагато дешевшими і набули ще більшого поширення[14].

Розробка електроніки.

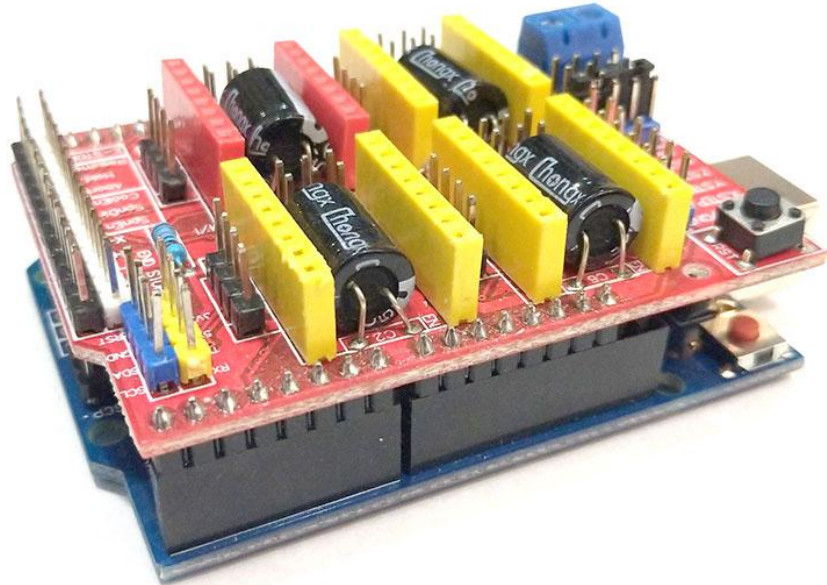
Плату можна зібрати самостійно або придбати готовий варіант, що набагато практичніше і вигідніше. Програмне забезпечення на неї встановлюється через комп'ютер. Написання програм здійснюється спрощеною версією мови C++. Але для створення ЧПУ необов'язково його знати, бо вже є готові бібліотеки у вільному доступі. Крім того, для більш простої роботи існує безліч функцій, класів, операторів та методів.

До електроніки ЧПУ відносяться крокові двигуни, драйвери для них, дроти та безпосередньо плата «Ардуїно». Найкраще за основу взяти готовий набір Arduino Uno та CNC Shield v3, призначений для ЧПУ. До нього входить наступне:

1. Плата Arduino Uno.
2. USB-кабель для з'єднання з комп'ютером.
3. Плата розширення CNC Shield v3
4. Драйвери DRV8825 або A4988.
5. Крокові двигуни із 4 контактами.
6. Комп'ютер. Він знадобиться для завантаження прошивки.
7. Блок живлення, призначений для роботи двигунів. Найчастіше використовують 12В, 3А.

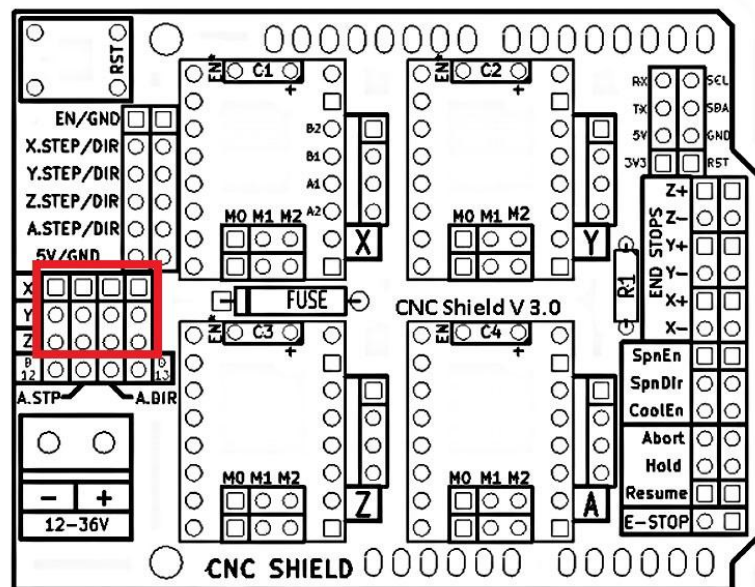


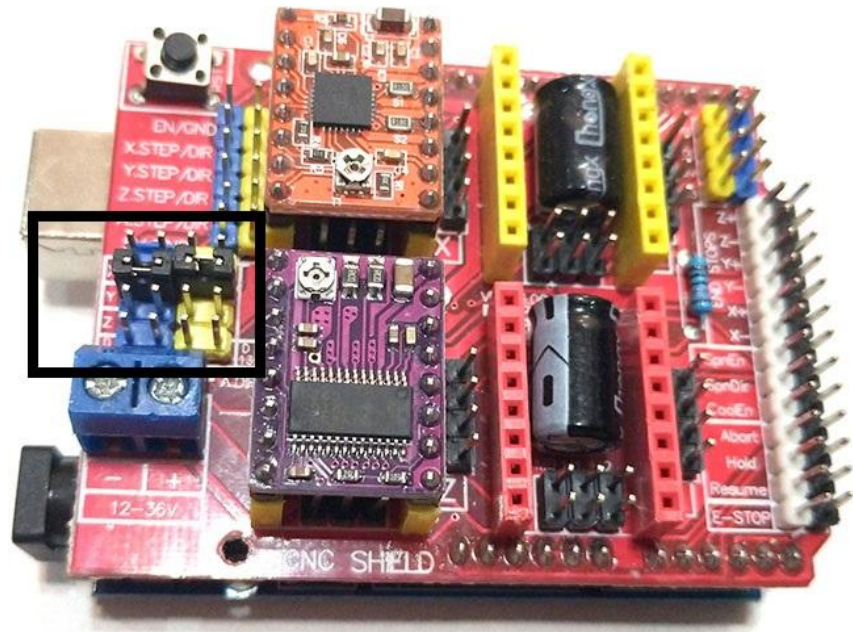
Насамперед припаюється CNC Shield до «Ардуїно», як показано на малюнку нижче.



Поті потрібно продублювати вісь. За допомогою CNC Shield можна для будь-якої осі розпаралелювати крокові двигуни. Завдяки цьому з'являється можливість реалізації проектів із 2 моторами на вісь без додаткових проблем.

Навпроти потрібної осі необхідно встановити 2 джампери.





Потім можна переходити до налаштування струму драйверів для двигунів. Найпоширеніші та найдешевші драйвери для двигунів – A4988. Але у них є 2 великі мінуси:

1. Максимальний мікрокрок становить 1/16;
2. Шумлять під час роботи.

З драйверами DRV8825 можна створити більш точну систему. При цьому вони набагато менше шумлять.

Під час використання драйверів слід пам'ятати, що вони мають різну орієнтацію. Щоб не заплутатися, потрібно дивитися на підстроювальний резистор.

Щоб налаштувати струм, необхідно:

1. Встановити драйвери на CNC Shield.
2. За допомогою кабелю підключитися до комп'ютера.

Основні моменти, які слід враховувати при налаштуванні:

1. Процедура важлива для коректної роботи крокових двигунів, вона дає зменшення можливості пропуску кроку, зниження нагріву.

2. Налаштовується тільки при повному кроці, мікрокрок не враховується.
3. Кожен драйвер налаштовується окремо і саме в тому слоті, де він працюватиме.
4. Після закінчення процедури потрібно забрати драйвери.

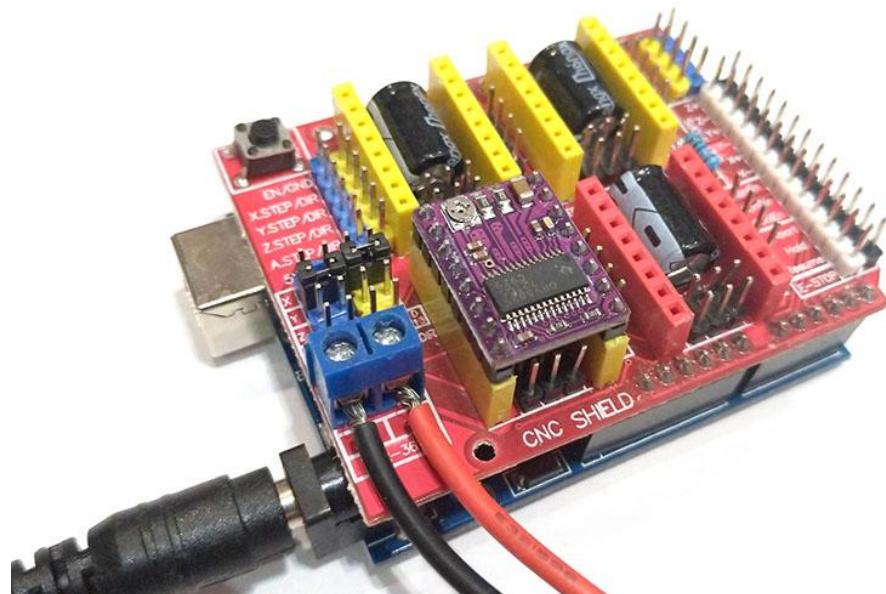
На наступному етапі проводиться налаштування мікрокроку. Головні моменти, які слід враховувати:

1. Якщо підвищувати значення мікрокроку, знижуватиметься крутний момент на двигуні.
2. Великі показники мікрокроку не призводять до кратного підвищення точності роботи, оскільки на рухомих частинах конструкції є люфт.
3. Після налаштування мікрокроку потрібно встановити драйвери.

Тепер потрібно підключити живлення. Крім з'єднання плати з комп'ютером, потрібно подати напругу 12В.

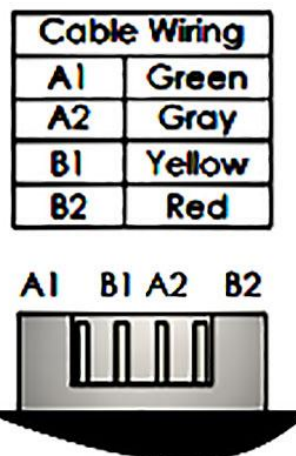
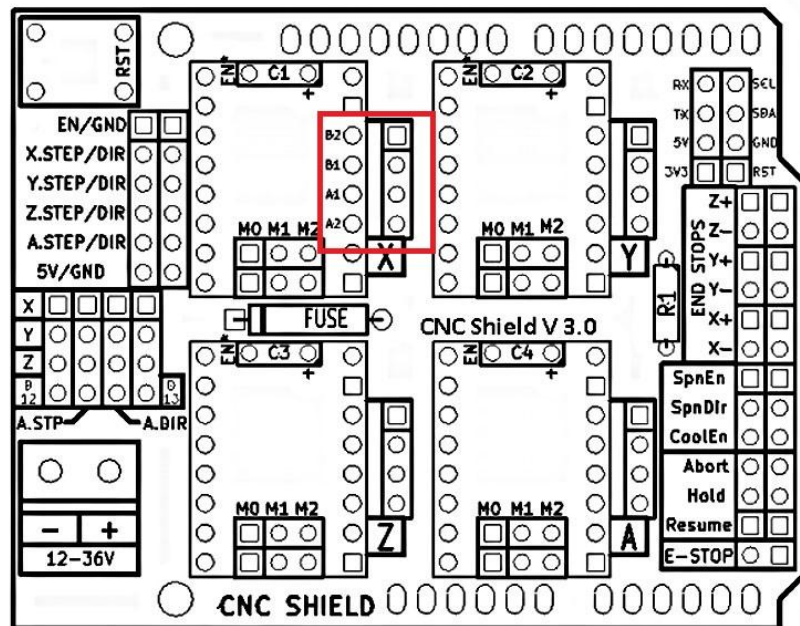
На CNC Shield v3 це можна зробити одним із наступних способів:

- використовувати DC-роз'єм для підключення блока живлення;
- підключити блок живлення безпосередньо до колодки за допомогою дротів.

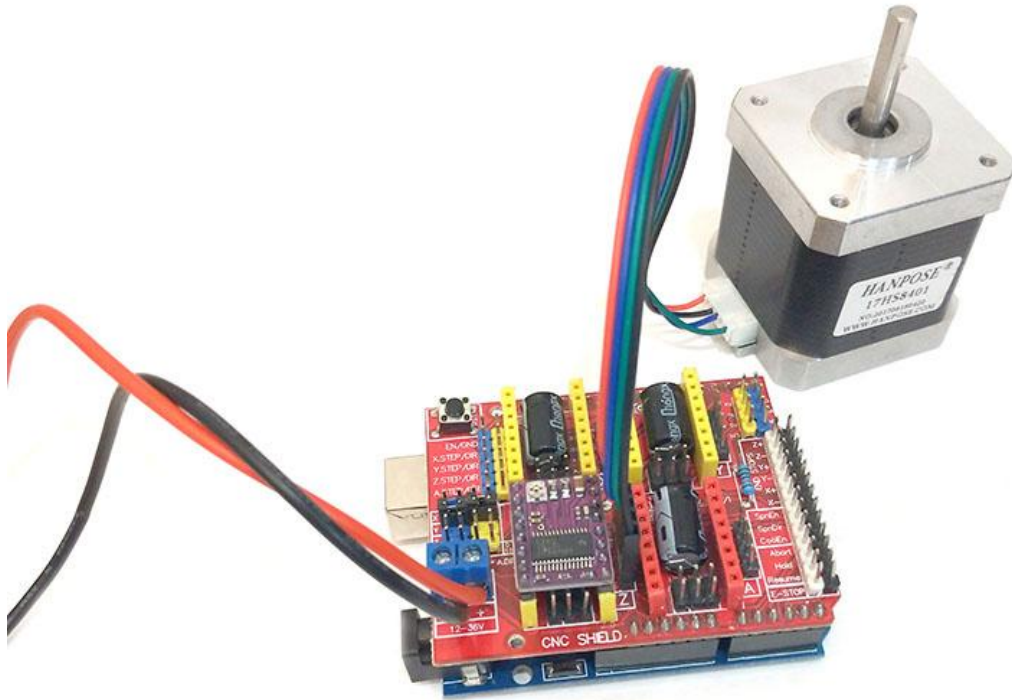


Для невеликих проектів краще використати перший варіант. Другий призначений для потужніших верстатів.

Далі необхідно перейти до підключення крокових двигунів. Здійснюється це за допомогою роз'ємів Dupont, які мають 4 контакти. Якщо двигуни не мають роз'ємів, доведеться їх обтиснути самостійно.



Двигун потрібно приєднувати до слоту, який розташований поруч із драйвером.



Далі необхідно завантажити прошивку GRBL для контролера. Її скачують і завантажують до «Ардуїно».

Після перевірки обертання двигунів переходять до встановлення їх на опорній рамі. Найкраще використовувати раму з повною опорою. Така конструкція застосовується у багатьох професійних верстатах. Вона досить тверда, не прогинається під навантаженнями.

Рама лежить повністю на опорній площині



При розробці ЧПУ верстату на базі «Ардуїно» доцільно використовувати шилди. Використання шилдів дозволяє значно розширити функціонал ЧПУ фрезера. Найчастіше їх роблять під форм-фактор плати. Можна одночасно застосовувати кілька шилдів. Спектр застосування дуже широкий:

- Забезпечення незалежної роботи з комп'ютера.
- Підключення периферійних пристроїв.
- Виведення інформації на периферійні пристрої безпосередньо з Ардуїно.
- Одночасне керування великою кількістю двигунів.
- Зберігання та обробка об'ємної інформації.
- Підключення до Wi-Fi.
- Підключення антен мобільної мережі.
- Відтворення музики на "Ардуїно" та ін.

2.3 Програмування верстатів із числовим програмним управлінням.

Програмування верстатів з ЧПУ. Для того, щоб обладнання могло виконувати операції, йому необхідно задати набір команд, так званий G-код. Він трансформується із програми, написаної розробником, у постпроцесорі. Звідси система управління верстатом отримує інформацію про завдання та етапи її виконання, потім формує профіль, і верстат виконує технологічні операції.[11]

Щоб реально втілити конструкторські чи інженерні розробки, потрібно написати програму до створення конкретної деталі. Це робить програміст за допомогою CAD-софту.



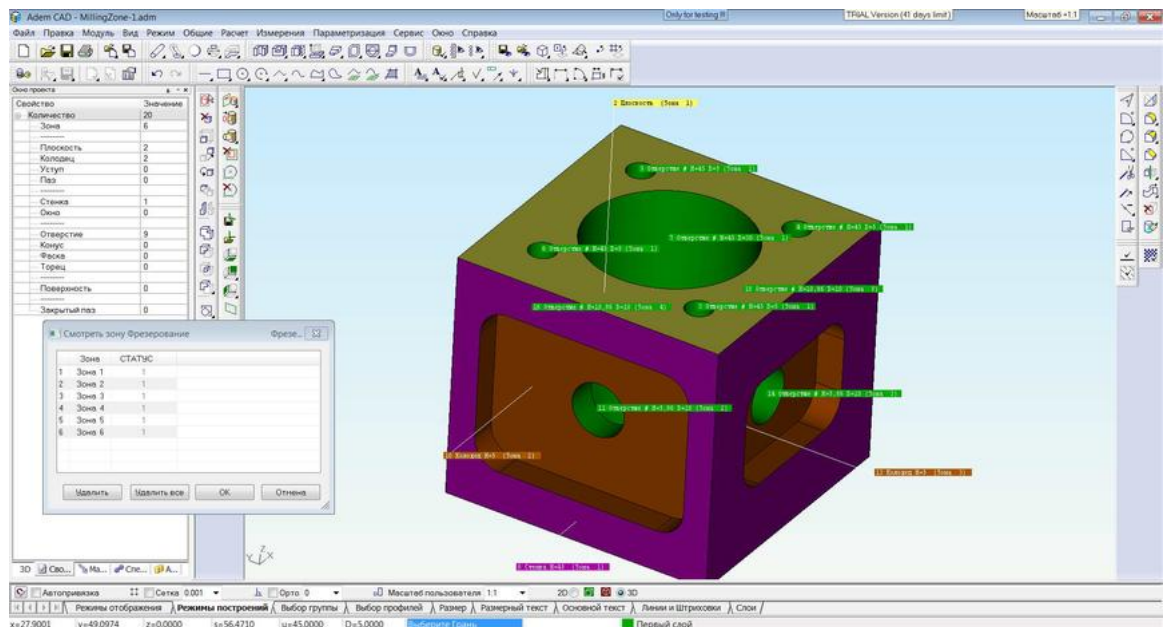
Методи програмування на верстатах з ЧПУ. Способів написання програм для обладнання з ЧПУ кілька[11]:

- ручний – розробник або проектувальник створює код на віддаленому ПК, потім переносить готову програму на верстат за допомогою CD-диска, флеш-накопичувача, або за допомогою інтерфейсного кабелю;
- з пульта ЧПУ – оператор з клавіатури вводить набір встановлених команд, які виконує верстат;
- автоматизований метод – за допомогою вбудованих CAD/CAE/CAM систем.

Ручний спосіб програмування найчастіше застосовують для однотипних та простих токарних робіт, на фрезерних верстатах для обробки за двома координатами, для свердління груп отворів.



Програмування з пульта дозволяє здійснювати запуск тих самих операцій, що й при ручному методі плюс переходи при 2,5–3-координатних переміщеннях. Такий метод зручний для запуску однотипних операцій чи коригування поточних.

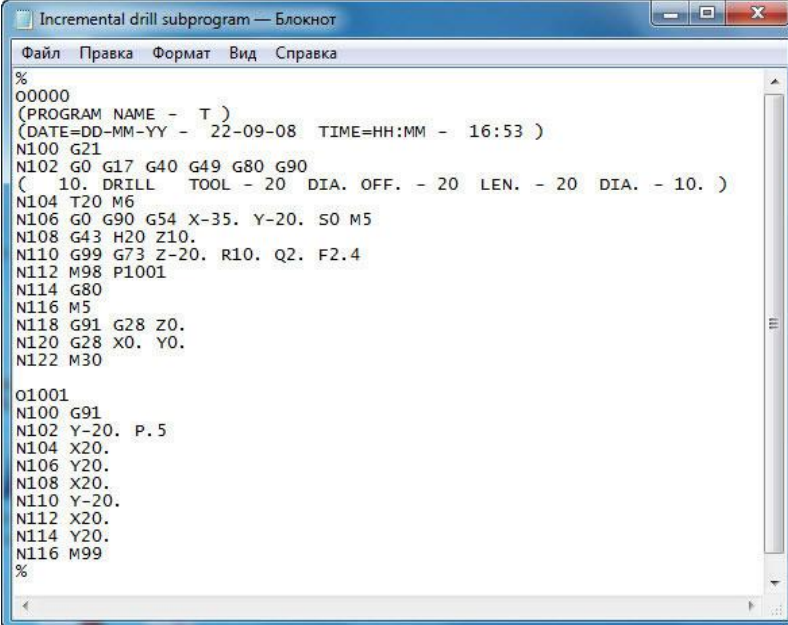


Найскладніша і одночасно гнучка система — програмування в САМ-середовищі. Тут потрібно спочатку отримати ескіз та модель з CAD, вибрати верстат у діалоговому вікні, задати пристрої, межі переміщень, інструменти, режими, способи обробки та корекції. Постпроцесор, отримавши дані, перетворює їх генерації в керуючу систему. При цьому оператор у віддаленому режимі бачить віртуальну модель і може в реальному часі вносити корективи у роботу обладнання.

Ручне програмування. Переважна більшість підприємств застосовують саме верстати, що програмуються вручну. Це пов'язано з тим, що основні виконувані операції – прості і однотипні. Тому використовувати сучасні верстати, інтегровані в єдину електронну систему, немає необхідності.

Ручне програмування вимагає скрупульозної точності та вивірності параметрів. Оператор повинен досконало володіти G-кодом і знати всі його команди. Програму технолог створює на своєму комп'ютері у текстовому

редакторі. Розширення файлу – .txt. Програма включає координати, якими рухається інструмент, обробляючи деталь, і набір кодів. Після написання програми її переносять до керуючої системи верстата.



```

%
O0000
(PROGRAM NAME - T )
( DATE=DD-MM-YY - 22-09-08 TIME=HH:MM - 16:53 )
N100 G21
N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90
( 10. DRILL TOOL - 20 DIA. OFF. - 20 LEN. - 20 DIA. - 10. )
N104 T20 M6
N106 G0 G90 G54 X-35. Y-20. S0 M5
N108 G43 H20 Z10.
N110 G99 G73 Z-20. R10. Q2. F2.4
N112 M98 P1001
N114 G80
N116 M5
N118 G91 G28 Z0.
N120 G28 X0. Y0.
N122 M30

O1001
N100 G91
N102 Y-20. P.5
N104 X20.
N106 Y20.
N108 X20.
N110 Y-20.
N112 X20.
N114 Y20.
N116 M99
%

```

На пульті. Багато верстатів з ЧПУ обладнані дисплеєм та клавіатурою. Тому задавати програму обладнання можна безпосередньо з пульта. Виробники передбачили два варіанти постановки завдання верстата:

1. Введення G та M кодів з клавіатури.
2. Використання діалогового вікна.

Автоматизовано. Для підприємств, що випускають деталі високої точності та складної конфігурації, оптимальною вважається САМ-система. Вона суттєво підвищує продуктивність, оскільки автоматично обчислює траєкторію переміщення інструменту, що робить обробку заготовки.

Підприємства, на яких верстати з ЧПУ виконують велику різноманітність технологічних операцій, також віддають перевагу повністю автоматизованому обладнанню. Тому що тимчасові витрати на написання програм у ручному режимі будуть непорівнянні з часом роботи верстатів. Або доведеться істотно збільшувати штат технологів та операторів.

Переваги автоматизованих систем:

- позбавляють технолога або проектувальника від громіздких та тривалих математичних розрахунків;
- однією і тією ж базовою мовою генерують УП (G-код) для верстатів всіх типів;
- мають набір готових функцій, що скорочують час складання програми;
- завантаження готового коду у пам'ять верстата безпосередньо з ПК технолога.

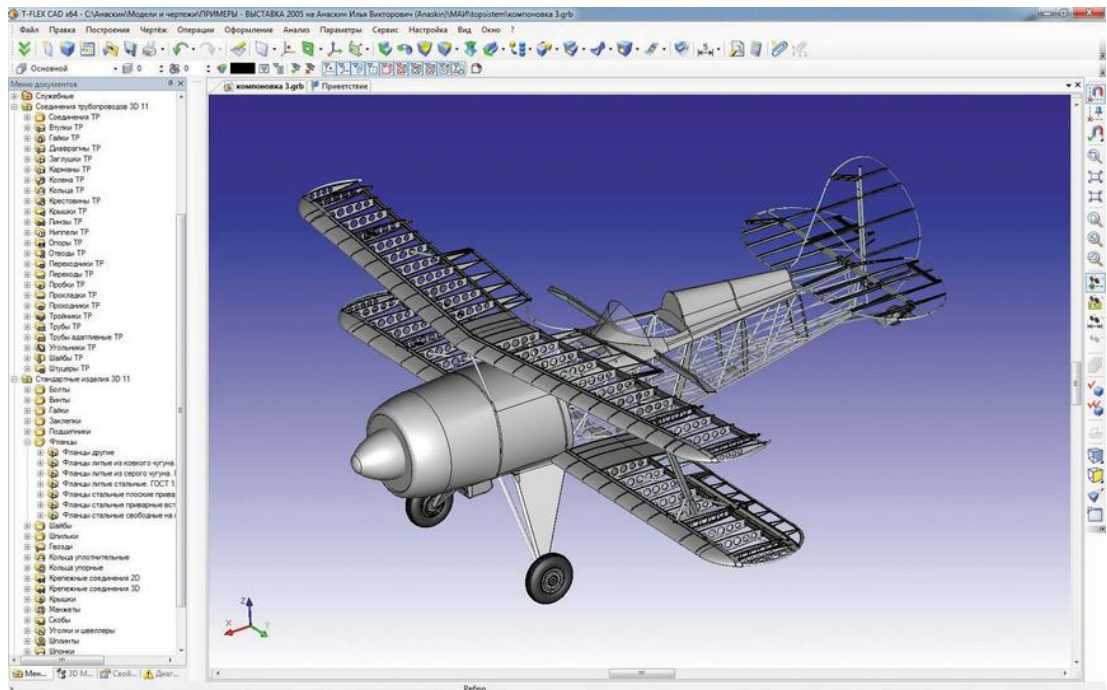
Як складати програми для верстатів із ЧПУ?

Щоб написати програму для обладнання з числовим програмним керуванням, потрібно дотримуватись певних правил:

1. Деталь розглядають як геометричне тіло;
2. Взаємодія інструменту та заготовки має враховувати їх одночасне переміщення щодо один одного;
3. Траєкторія робочого інструменту визначається його центром;
4. Інструмент переміщується з однієї області до іншої, причому ці області можуть бути дугами, кривими, прямими;
5. Точки перетину областей (опорні, або вузлові точки) включаються як координати у керуючу програму;

УП створюється покадрово, де кожному кадру відповідає опис. Чим складніша деталь, тим більше кадрів міститиме УП.

Моделі САПР. Системи автоматичного проектування з появою ПК почали називати САД-системами – комп'ютерного проектування. Проте аббревіатура САПР міцно закріпилася, і технологи, розробники, програмісти, проектувальники будь-який софт для проектування, як і раніше, називають САПР.



Основні моделі САПР:

AutoCAD – лідер серед усіх систем, програма, що дозволяє програмувати у 2D та 3D-середовищах. У *AutoCAD* можна будувати креслення, тривимірні моделі та багато іншого. Крім того, це платформний софт, тобто не вузькоспеціалізований, а призначений для будь-яких видів проектування – машинобудівного, автомобільного, дорожнього та ін.

Bricscad – альтернатива попередньому софту. Включає інструменти варіаційного моделювання, безпосередньо підтримує формат DWG і BIM-технології.

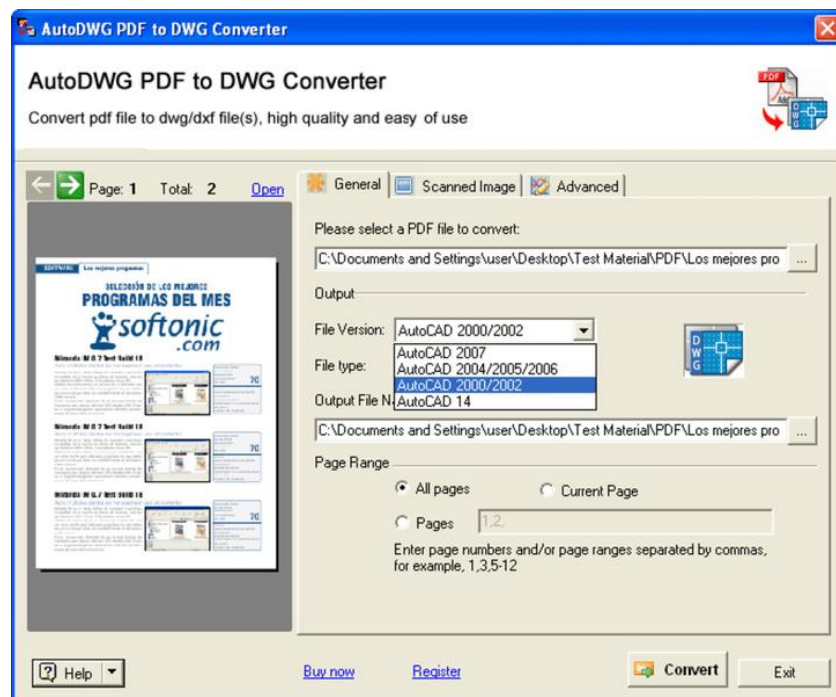
Autodesk Inventor – професійна система 3D-проектування для промислового виробництва. Цей софт підтримує імпорт моделей і файлів з інших САПР, вбудований з іншими програмними середовищами лінійки - 3ds Max, *AutoCAD*, *Revit* та іншими. Адаптований для російських стандартів під час проектування, проведення розрахунків, моделювання, створення документації. Включає в себе великий набір стандартизованих моделей, функцій, параметрів та інструментів.

PTC Creo – «важка» САПР для параметричного проектування великих збірок (наприклад, для авіа-або кораблебудування).

NX - призначена для моделювання та проектування складних виробів, включаючи багатоскладові. Працює практично на будь-яких ОС, підтримка крос-функціональної розрахованої на багато користувачів команди, просунуті можливості для промислового дизайну.

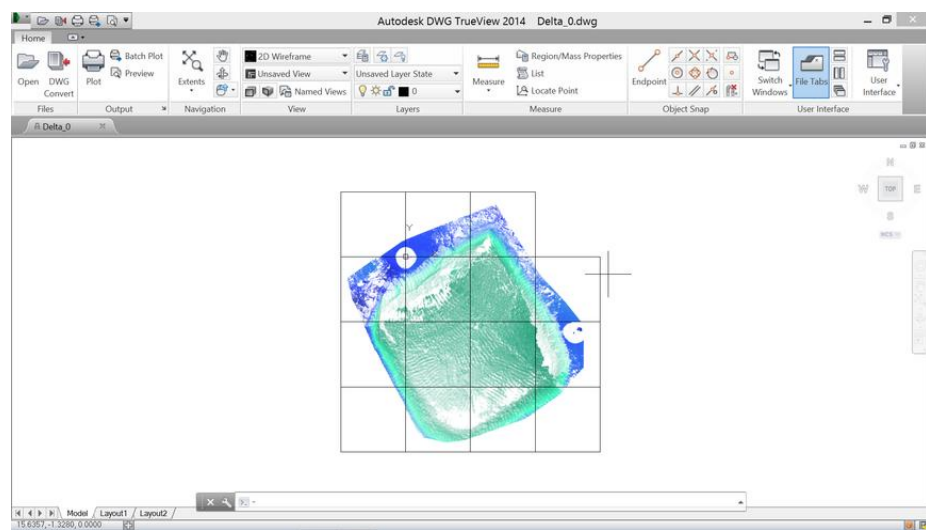
Fusion 360 - хмарна САПР, що працює у віртуальному середовищі. Зберігає більшість функцій десктопного софту, що дозволяє взаємодіяти користувачам віддалено.

Конвертація файлів. Підприємства, які використовують застаріле ПЗ, часто стикаються з проблемою відкриття файлів, створених у свіжих версіях софту або програм, розширення файлів яких не підтримує і не розуміє стара програма. Замінити програмне забезпечення на нове не завжди можливо: ліцензійний софт коштує дорого. А крім того, сучасні програми просто не працюватимуть на застарілих ПК з ОС Windows XP або 7. Заміна ж комп'ютерного парку і багатьом підприємствам не по кишені.



Тому проектувальники мають три шляхи – встановити безкоштовне ПЗ, що підтримує необхідний формат файлів, скористатися хмарними програмами або спеціальними конвертерами.

Autodesk випустив програму DWG TrueView, яка не дає переглядати файли, але конвертує їх у потрібний тип. Щоправда, вона займає багато місця на жорсткому диску, проте безкоштовна. Альтернативний варіант – DWG Converter. Він не вимагає установки, дозволяє конвертувати як одиночні, так і пакетні файли



Онлайн-конвертер CAD Exchanger здатний трансформувати в потрібний формат будь-який тип файлів. При цьому слід пам'ятати, що безкоштовно за добу та місяць можна обробити не більше 10 файлів.

Типи програмного забезпечення. Для забезпечення роботи обладнання з числовим програмним керуванням передбачені види софту:

CAM – система автоматизованого виробництва, яка працює з готовими CAD-проектами;

CAD – система автоматизованої розробки ПЗ для проектування та створення 3D-об'єктів на основі певних параметрів;

CAE – допоміжний софт, необхідний попередньому етапі: підготовки проекту, аналізу, моделювання, планування;

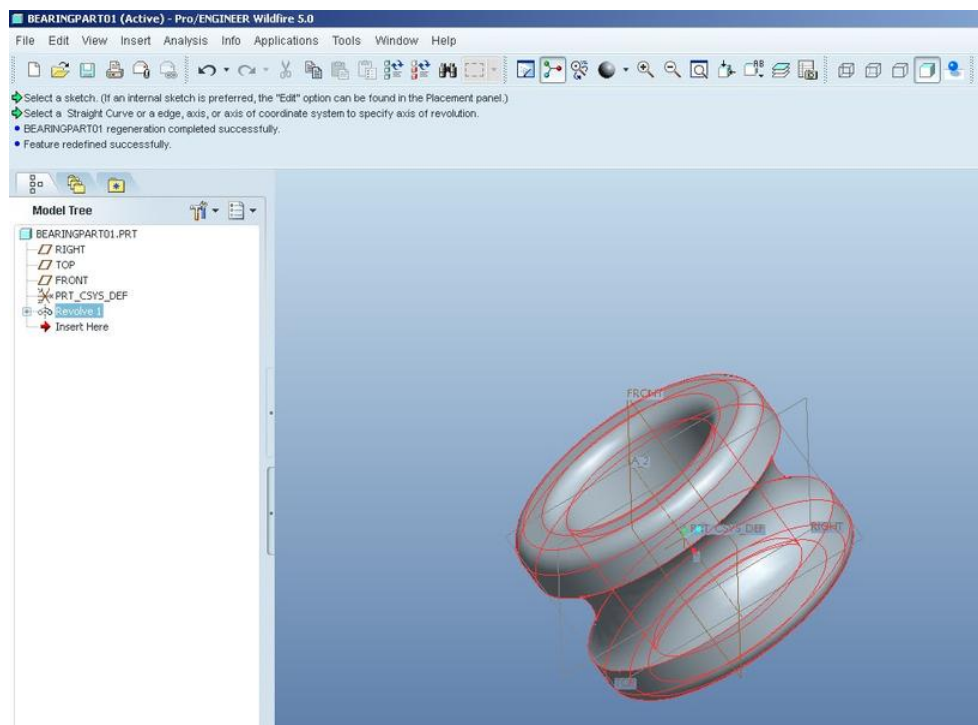
CAD/CAM-пакети для повнофункціональної розробки та впровадження проекту в модуль ЧПУ.

Токарні верстатів з ЧПУ. Найкращі CAD-програми для верстатів даного типу:

AutoCAD - поліфункціональна проектувально-креслярська система;

SolidWorks - ПЗ для проектування 2D та 3D об'єктів будь-якого призначення та складності;

Pro/ENGINEER - пакетний софт для вирішення інженерних та конструкторських завдань.



Ці програми дають широкі можливості проектування будь-яких деталей – від простих до геометрично складних.

CAM-софт для формування керуючої програми:

SprutCAM – розробка для формування УП з токарної обробки будь-яких деталей та виробів;

Fusion 360 – комплексна система, що дозволяє і проектувати і ставити завдання керуючій системі верстата;

EdgeCAM – ефективне ПЗ, що дозволяє формувати УП для токарного верстата.

Ці програми трансформують створену в CAD-софті модель на зрозумілий для верстата код.

Фрезерні верстати з ЧПУ. Залежно від завдань, що стоять перед технологом, підбирають ПЗ для роботи з фрезерним верстатом. Для створення ескізів для плоского різання підійдуть:

CorelDraw – графічний редактор для векторних зображень;

LibreCAD – програма, що створює 2D-креслення;

Adobe Illustrator – програма для створення та обробки векторних зображень.

Для роботи з 3D-моделями можна використовувати той самий софт, що і токарного верстата.

Додатково варто придивитися до програм:

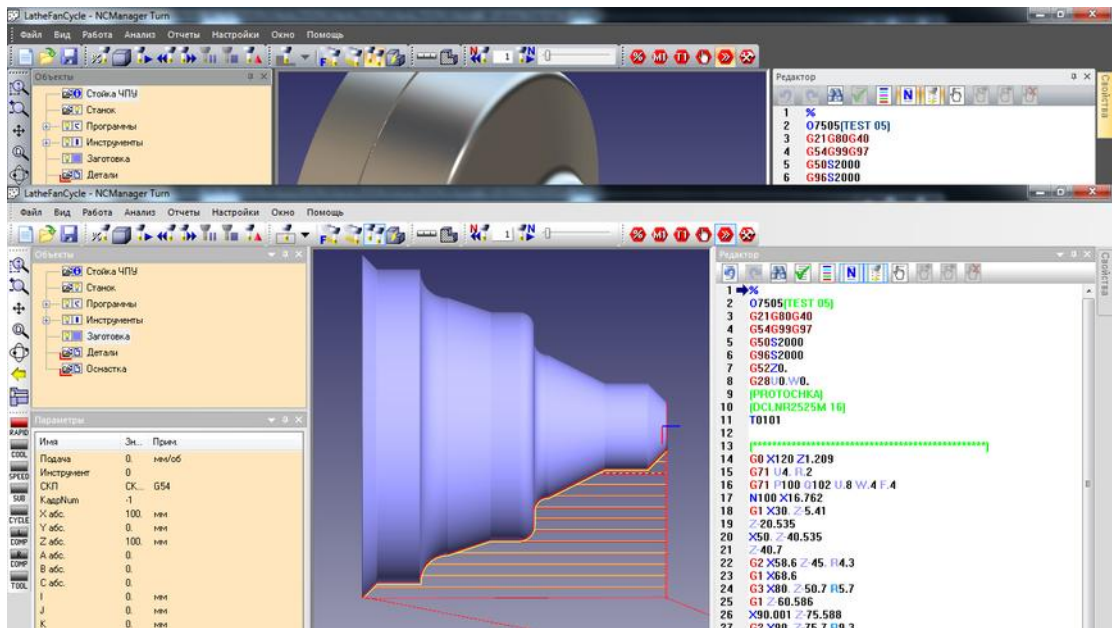
MasterCAM – софт для 2D/3D моделювання та формування керуючих команд для верстата;

ArtCAM – система, що працює з векторною та растровою графікою, дозволяє побудувати траєкторію руху фрези для створення рельєфних поверхонь;

Mach3 – програма для управління фрезерним верстатом на базі ОС Windows, вона дозволяє створювати коди користувача, керувати фрезеруванням по шести осях, генерувати G-коди.

Написання програм для верстатів з ЧПУ.

Для створення програми, яка здійснить реалізацію інженерної розробки, технолог повинен володіти спеціальним кодом, який схожий на C++ або Basic. Це спеціалізований G-code, здатний розпізнавати керуючі системи верстатів з числовим програмним управлінням.



G-коди. G-коди містять цифрове маркування від 00 до 97 і кожен з них відповідає певній операції або налаштуванню верстата – від прямолінійних та кругових переміщень, вибору площин, введення метричних даних до корекції та контролю швидкостей інструментів та двигунів.

Блоки G-коду. Набір команд для верстата з ЧПУ об'єднують у блоки. Їх записують в один рядок і система керування буде зчитувати їх послідовно зліва направо. Якщо рядка недостатньо, код буде продовжено у наступному, і машина перейде до неї.

Приклади блоків:

1. G17 G54 G90 – цей блок задає параметри (площину, нульову точку та абсолютні значення);
2. G0 X-19 Y-19 – прискорене переміщення в точку із зазначеними координатами;
3. G1 X3 Y3 F600 – лінійне переміщення інструмента в крапку із зазначеними координатами та подачею 600 мм/хв.

Оператори та технологи знають G-коди напам'ять, тому для них не важко швидко формувати потрібні програми. Команди даються послідовно та логічно, тому програма складається, як правило, з етапів:

1. Пуск.
2. Завантажити інструмент.
3. Увімкнення шпинделя.
4. Подання охолодження.
5. Переміщення інструмента у вихідне положення.
6. Запуск процесу обробки.
7. Вимкнення охолодження.
8. Зупинка шпинделя.
9. Повернення шпинделя на вихідну позицію.
10. Завершення програми.

Якщо оброблятиметься серія заготовок, то будуть повторюватися команди з 2 по 9.

Модальні та адресні коди. Модальні необхідні для активації та відключення певних функцій верстата, наприклад охолодження або запуску шпинделя. Адреси кодів включають координати по осях для переміщення виконавця.

3. МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ ВЕРСТАТУ ІЗ ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ УПРАВЛІННЯМ НА УРОКАХ ТЕХНОЛОГІЇ

3.1 Дидактичні умови застосування навчальних верстатів з числовим програмним управлінням на уроках технології.

Верстати з ЧПУ можуть використовуватися як для групової роботи з учнями, так індивідуальної. Використання верстатів із ЧПУ для школярів на уроках технології дозволить учням[6]:

- познайомитися з принципами роботи найсучасніших токарних та фрезерних верстатів;
- продемонструвати практично їх можливості;
- вивчити способи програмування систем ЧПК;
- освоїти методи керування робочими процесами верстатів за допомогою комп'ютера.

Верстати із ЧПУ для школи допомагають внести до системи загальної освіти елементи професійно-технічної підготовки. На уроках технології, де застосовуються верстати з ЧПУ, учні мають змогу дізнатися[15]:

- про професії, пов'язані з інноваційними технологіями;
- про комп'ютерні програми, які призначені для роботи на верстатах з ЧПУ;
- про способи розробки креслень, ескізів та виготовлення на їх основі виробів на верстатах ЧПУ.

Верстати з ЧПУ для уроків технології допоможуть учням на практиці освоїти низку важливих умінь та навичок. Уроки, де вони використовуються, допоможуть учням:

- проектувати та виготовляти будь-які вироби за допомогою найсучасніших технологій;

- вводити необхідні параметри верстат з ЧПУ на уроці технології.

Уроки технології зі верстатами з ЧПУ сприяють:

- зростання інтересу учнів до інноваційних технологій;
- розвитку просторового мислення та розширення кругозору;
- виробленні важливих якостей особистості: старанності, акуратності та цілеспрямованості під час трудової діяльності;
- усвідомленого вибору учнями майбутньої професії.

3.2 Методика використання верстату із числовим програмним управлінням на уроках технології.

Для прикладу використання на уроках технології розглянемо ЧПУ верстат для лазерного гравіювання. Лазерне гравіювання надає широкі можливості для створення різних виробів, від прикрас та бізнес-сувенірів до прототипів та деталей для робототехніки. На уроках технології використання лазерно-гравіювального верстата з ЧПУ може бути особливо цікавим та корисним.

Отже, що таке лазерно-гравіювальний верстат із ЧПУ? Це пристрій, який використовує лазерний промінь для точної та високоякісної обробки поверхні матеріалу. Комп'ютерне управління (ЧПУ) дозволяє точно контролювати рух лазера та виконувати складні гравіювальні операції. [8]

На уроках технології використання лазерно-гравіювального верстата з ЧПУ може бути дуже пізнавальним і захоплюючим. Учні можуть вивчати різні матеріали, придатні для гравіювання, такі як дерево, пластик, скло, шкіра та багато інших. Вони можуть навчатися створювати дизайни та програмувати верстат для виконання конкретних завдань.

Крім того, лазерний верстат може бути використаний для створення навчальних моделей та прототипів, а також для виготовлення деталей для проектів робототехніки. Це дозволяє учням застосувати свої знання у

практичних проектах, що може бути особливо корисним під час підготовки до олімпіад та конкурсів.

Докладне пояснення процесу роботи лазерно-гравіювального верстата з ЧПУ може включати опис основних компонентів верстата, принцип роботи лазерного гравіювання, вибір матеріалів і параметрів гравіювання, програмування верстата з використанням спеціального програмного забезпечення та безпечні правила роботи з лазером.

Таким чином, використання лазерно-гравіювального верстата з ЧПУ на уроках технології для 9 класу може бути захоплюючим та пізнавальним досвідом. Учні зможуть познайомитися з інноваційними технологіями та набути навичок, які можуть застосувати у різних галузях, починаючи від дизайну та робототехніки та закінчуючи інженерією та виробництвом.

З новими технологіями, розвинути навички програмування та дизайну, а також застосувати свої знання у створенні корисних виробів. Цей досвід може бути особливо корисним при підготовці до олімпіад та конкурсів, а також у подальшій професійній діяльності[4].

Викладач може також організувати практичні заняття, на яких учні зможуть самостійно розробляти та гравіювати різноманітні вироби. Це може включати створення прикрас, бізнес-сувенірів, табличок, деталей для моделей і багатьох інших цікавих проектів.

Крім того, учні можуть вивчати приклади успішного використання лазерного гравіювання у промисловості та дизайні, що допоможе їм зрозуміти реальні можливості та перспективи цієї технології.

Загалом використання лазерно-гравіювального верстата з ЧПУ на уроках технології для учнів 9 класу може збагатити навчальний процес та підготувати учнів до практичного застосування своїх знань. Це може стати основою для додаткових дослідницьких проектів та особистих творчих ініціатив учнів.

У контексті використання лазерно-гравіювального верстата з ЧПУ на уроках технології для учнів 9 класу також варто приділити увагу безпеці. Учні повинні бути поінформовані про основні правила безпеки при роботі з лазерним обладнанням, а також дотримуватися рекомендацій щодо захисту очей та шкіри.

Крім цього, використання лазерно-гравіювального верстата на уроках технології може бути пов'язане з вивченням матеріалів та їх властивостей, особливо у контексті обробки лазером. Учні можуть вивчати різні типи матеріалів, їх відгук на лазерну дію та можливості створення унікальних дизайнерських рішень.

Лазерно-гравіювальний верстат із ЧПУ може бути цінним інструментом для роботи з обдарованими дітьми через свій потенціал у різних галузях, таких як технологія, образотворче мистецтво, дизайн та інженерія. Ось кілька способів, як він може допомогти при роботі з обдарованими дітьми:

1. Розвиток технічних навичок: Лазерно-гравіювальний верстат надає можливість застосувати знання у галузі програмування, САД-моделювання та матеріалознавства для створення унікальних виробів. Обдаровані діти можуть виявити свої таланти та розвинути навички роботи із сучасним обладнанням.

2. Поєднання технології та творчості: Лазерне гравіювання дозволяє перетворити ідеї на реальність, відкриваючи перед обдарованими дітьми можливість реалізувати свої творчі концепції з використанням передових технологій.

3. Міждисциплінарні проекти: Лазерно-гравіювальний верстат може бути використаний для реалізації проектів, що поєднують технологію, дизайн

та науку. Це може стимулювати розвиток комплексних умінь та знань у обдарованих дітей.

4. Мотивація та самореалізація: Можливість створення унікальних виробів за допомогою лазерного гравіювання може стати потужним мотиватором для обдарованих дітей, допомагаючи їм реалізувати свій потенціал та почуватися успішними у вибраній галузі.

Таким чином, використання лазерно-гравіювального верстата з ЧПУ може стати ефективним інструментом для розвитку потенціалу обдарованих дітей у різних галузях та сприяти створенню умов для їхнього творчого та технічного розвитку.

При створенні векторних креслень у дітей можуть виникнути різні складності. Деякі з них можуть включати:

1. Розуміння принципів векторної графіки: Для дітей можуть бути незвичними базові поняття векторної графіки, такі як точки, лінії, криві та фігури. Вони можуть мати труднощі з розумінням того, як векторні графічні програми обробляють ці елементи.

2. Робота з програмним забезпеченням: Для дітей використання спеціалізованих векторних програм може бути новим і викликати труднощі через необхідність освоєння інтерфейсу та інструментів.

3. Точність та координація: Створення векторних креслень вимагає від користувача навичок точності, координації та уваги до деталей, що може викликати труднощі у дітей, особливо у тих, хто ще розвиває моторику рук.

4. Розуміння масштабування та пропорцій: Діти можуть відчувати труднощі з оцінкою масштабу, пропорцій та розташування об'єктів на векторному кресленні, особливо якщо їм не вистачає досвіду у цій галузі.

5. Творчий процес: Деякі діти можуть зіткнутися з труднощами у перекладі своїх творчих ідей у формат векторного креслення, оскільки це потребує концентрації, планування та обмірковування дизайну.

Для подолання цих складнощів важливо забезпечити дітей відповідними інструкціями, підтримкою та можливістю практичного застосування навичок. Також корисно заохочувати творчий підхід до створення креслень, даючи дітям можливість експериментувати та розвивати свою уяву.

Використання лазерно-гравіювального верстата з ЧПУ може вплинути на мотивацію дітей до навчання та створення власних проектів з кількох причин[2]:

1. Технологічне залучення: Робота із сучасним обладнанням, таким як лазерний верстат з ЧПУ, захоплює дітей своєю інноваційністю та перспективою створення реальних, фізичних об'єктів. Це може стимулювати їх інтерес до вивчення нових технологій та застосування їх у власних проектах.

2. Практичне застосування знань: Робота з лазерним верстатом підштовхує дітей до застосування знань з різних галузей, таких як математика, фізика, дизайн та інформаційні технології у реальних ситуаціях. Це допомагає їм побачити цінність навчання та знань у контексті створення конкретних проектів.

3. Розвиток креативності та критичного мислення: Робота з лазерним верстатом вимагає від дітей створення дизайнів, планування та виконання проектів, що сприяє розвитку їх креативних та проблемно-орієнтованих навичок.

4. Зміцнення самооцінки: Успішне завершення проектів з використанням лазерного верстата сприяє зміцненню самооцінки у дітей, оскільки вони бачать результат своєї праці у конкретній формі, що у свою чергу може мотивувати їх до нових досягнень.

5. Підготовка до майбутньої професійної діяльності: Робота з лазерним верстатом дозволяє дітям набути навичок, які можуть бути корисними у

майбутній професійній діяльності, особливо в галузях технологій, дизайну, інженерії та виробництва.

Це важливо тому, що мотивовані учні частіше досягають великих успіхів, глибше освоюють навчальний матеріал і розвивають ключові навички, які можуть стати в нагоді їм у майбутньому. Розвиток мотивації до навчання та творчої діяльності також сприяє формуванню у дітей життєво важливих навичок самостійності, наполегливості та цілеспрямованості.

Використання лазерно-гравіювального верстата з ЧПУ може вплинути на мотивацію дітей до навчання та створення власних проектів з кількох причин:

1. Технологічне залучення: Робота із сучасним обладнанням, таким як лазерний верстат з ЧПУ, захоплює дітей своєю інноваційністю та перспективою створення реальних, фізичних об'єктів. Це може стимулювати їх інтерес до вивчення нових технологій та застосування їх у власних проектах.

2. Практичне застосування знань: Робота з лазерним верстатом підштовхує дітей до застосування знань з різних галузей, таких як математика, фізика, дизайн та інформаційні технології у реальних ситуаціях. Це допомагає їм побачити цінність навчання та знань у контексті створення конкретних проектів.

3. Розвиток креативності та критичного мислення: Робота з лазерним верстатом вимагає від дітей створення дизайнів, планування та виконання проектів, що сприяє розвитку їх креативних та проблемно-орієнтованих навичок.

4. Зміцнення самооцінки: Успішне завершення проектів з використанням лазерного верстата сприяє зміцненню самооцінки у дітей, оскільки вони бачать результат своєї праці у конкретній формі, що у свою чергу може мотивувати їх до нових досягнень.

5. Підготовка до майбутньої професійної діяльності: Робота з лазерним верстатом дозволяє дітям набути навичок, які можуть бути корисними у майбутній професійній діяльності, особливо в галузях технологій, дизайну, інженерії та виробництва.

Це важливо тому, що мотивовані учні частіше досягають великих успіхів, глибше освоюють навчальний матеріал і розвивають ключові навички, які можуть стати в нагоді їм у майбутньому. Розвиток мотивації до навчання та творчої діяльності також сприяє формуванню у дітей життєво важливих навичок самостійності, наполегливості та цілеспрямованості.

ВИСНОВКИ

Виконана кваліфікаційна робота передбачала розробку верстату із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino й методику його використання на уроках технології. За її результатами можна зробити наступні висновки:

1. Досліджено особливості застосування верстатів із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino в освітньому процесі. Встановлено, що одним із пріоритетних напрямів роботи на уроках технології в старшій школі є здобуття учнями навичок роботи з високотехнологічним устаткуванням. Одним із відповідних варіантів таого устаткування є верстати з числовим програмним управлінням, які можна активно використовувати на уроках технології з метою теоретичного та практичного вивчення основ інженерної справи. Визначено переваги верстатів із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino в порівнянні з універсальними верстатами, а саме: 1. Висока точність. 2. Економічність. 3. Виробнича гнучкість. 4. Підвищення продуктивності. 5. Зменшення витрат за ріжучий інструмент. 6. Менш жорсткі вимоги до кваліфікації персоналу. 7. Безпека праці.

2. Розроблено й виготовлено верстат із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino. Висвітлено основні різновиди і конструкції верстатів із числовим програмним управлінням. Представлені основні принципи і методи програмування верстатів із числовим програмним управлінням, а саме: 1. ручний – розробник або проектувальник створює код на віддаленому ПК, потім переносить готову програму на верстат за допомогою CD-диска, флеш-накопичувача, або за допомогою інтерфейсного кабелю; 2. З пульта ЧПУ – оператор з клавіатури вводить набір встановлених команд, які виконує

верстат; 3. автоматизований метод – за допомогою вбудованих CAD/CAE/CAM систем.

4. Описана методика використання верстату із числовим програмним управлінням на уроках технології. Визначені умови застосування навчальних верстатів з числовим програмним управлінням на уроках технології. Встановлено, що уроки технології з використанням верстату ЧПУ сприяють: зростання інтересу учнів до інноваційних технологій; розвитку просторового мислення та розширення кругозору; виробленні важливих якостей особистості: старанності, акуратності та цілеспрямованості під час трудової діяльності; усвідомленого вибору учнями майбутньої професії.

Таким чином, використання верстата з ЧПУ на уроках технології може стати ефективним інструментом для розвитку потенціалу дітей у різних галузях та сприяти створенню умов для їхнього творчого та технічного розвитку.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондар В. І. Дидактика: навч. посіб. Київ: Либідь, 2005. 264 с.
2. Биков В. Ю. Інформаційні технології і засоби навчання. Київ: Атіка, 2008. 684 с.
3. Вакуленко І. В. Управління самостійною роботою студентів з використанням інформаційно-комунікаційних технологій. *Науковий часопис Національного педагогічного університету імені М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовані системи навчання*. Київ. 2016. Вип. 18 (25). С. 50-64.
4. Горбатюк Р. М. Формування проектної діяльності майбутніх інженерів-педагогів комп'ютерного профілю. *Педагогічні науки : зб. наукових праць Херсонського держ. ун-ту*. Херсон, 2009. Вип. 52. С. 433-439.
5. Загальні відомості про системи управління і верстати з ЧПУ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://studfile.net/preview/2688655/page:2/> (дата звернення: 20.11.2023).
6. Кабак В. В. Модель підготовки майбутніх інженерів-педагогів технічного університету до професійної діяльності засобами комп'ютерних технологій. *Нова педагогічна думка: Науково-методичний журнал*. 2013. № 3 (75). С. 63-66.
7. Ковальов В.А., Гаврушкевич А.Ю., Гаврушкевич Н.В. Посібник для практичного програмування верстатів з ЧПК. Київ: НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», 2019. 115с.
8. Кузнєцов Ю.М. Технологічне обладнання з ЧПК: механізми і оснащення: Навч. посібник. Київ-Кременчук-Севастополь: Вид-во «Точка», 2014. 500 с.
9. Кузнєцов Ю.М., Придальний Б.І. Приводи затискних механізмів металообробних верстатів. Луцьк: Вежа-Друк, 2016. 352с.

10. Лещук С. О. Навчально-інформаційне середовище як засіб організації пізнавальної діяльності учнів. *Науковий часопис Національного педагогічного університету ім. М. П. Драгоманова. Серія 2: Комп'ютерно-орієнтовні системи навчання: До 170-річного ювілею.* Київ: НПУ, 2004. С. 305-313.
11. Міранцов С. Л. Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК: навчальний посібник. Краматорськ: ДДМА, 2011. 152 с.
12. Мусійовська О. Ф. Моделі комбінованого навчання. *Інформаційно-телекомунікаційні технології в сучасній освіті: досвід, проблеми, перспективи:* Львів: ЛДУ БЖД, 2009. Ч. 2. С. 313-318.
13. Ортинський В. Л. Педагогіка вищої школи: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ: Центр учбової літератури, 2009. 472 с.
14. Остапчук С.А. До проблеми використання платформи Arduino у вивченні робототехніки. Наукові записки ЦДПУ. Серія: Педагогічні науки. Кропивницький: РВВ ЦДПУ ім. В. Винниченка, 2018. Вип. 168. С. 178-181.
15. Петрицин І. О. Застосування комп'ютерного моделювання у процесі електротехнічної підготовки майбутнього вчителя технологій. *Молодь і ринок.* 2017. № 1. С. 60-64.
16. Переваги та недоліки верстатів з ЧПУ [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://um.co.ua/11/11-8/11-88721.html> (дата звернення: 20.11.2023).
17. Плата Arduino Uno R3: схема, опис, підключення пристроїв [Електронний ресурс]. ArduinoMaster. Режим доступу: arduinomaster.ru/platy-arduino/plata-arduino-uno/#__Arduino_Uno_R3(дата звернення: 20.11.2023).
18. Програмування Arduino [Електронний ресурс]. Arduino. Режим доступу: arduino.ru/Reference (дата звернення: 20.11.2023).

19. Райковська Г.О., Соловйов А.В. Особливості використання САЕ-систем у навчальному процесі майбутніх бакалаврів з механічної інженерії. Науковий вісник Ужгородського університету. Серія: «Педагогіка. Соціальна робота». 2017. Випуск 2 (41). С.216-218.

ДОДАТКИ

Додаток А

Розроблений верстат із числовим програмним управлінням на базі апаратно-програмних засобів Arduino

