

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОСВІТИ І НАУКИ
ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСНОЇ ДЕРЖАВНОЇ АДМІНІСТРАЦІЇ**

**КОМУНАЛЬНИЙ ЗАКЛАД «ЗАПОРІЗЬКИЙ ОБЛАСНИЙ ЦЕНТР
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ ТВОРЧОСТІ УЧНІВСЬКОЇ МОЛОДІ «ГРАНІ»
ЗАПОРІЗЬКОЇ ОБЛАСНОЇ РАДИ**

**Розробник
Богданов Сергій Миколайович**

**«РОЗРОБКА, КОНСТРУЮВАННЯ ТА
ВИГОТОВЛЕННЯ ПРИЛАДІВ З
ЧИСЛОВИМ ПРОГРАМНИМ
КЕРУВАННЯМ»**

**Навчальна програма з позашкільної освіти
науково-технічного напрямку**

основний рівень – 1 рік навчання

м. Запоріжжя – 2025

Схвалено педагогічною радою комунального закладу «Запорізький обласний центр науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані» Запорізької обласної ради, протокол № 3 від 11.09.2025 року

Затверджено наказом комунального закладу «Запорізький обласний центр науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані» Запорізької обласної ради» від 11.09.2025 № 93

Укладач:

Богданов Сергій Миколайович – керівник гуртка «Розробка, конструювання та виготовлення приладів з ЧПК», директор комунального закладу «Запорізький обласний центр науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані» Запорізької обласної ради

Рецензенти:

Андрєєв Андрій Миколайович – доцент Запорізького національного університету, завідувач кафедри загальної та прикладної фізики, професор кафедри, доктор педагогічних наук

Смирнова Анна Василівна – керівник гуртка «Основи робототехніки та комп'ютерного моделювання» комунального закладу «Запорізький обласний центр науково-технічної творчості учнівської молоді «Грані» Запорізької обласної ради, керівник гуртка-методист

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

У сучасному технологічному світі володіння навичками розробки, програмування та експлуатації приладів з числовим програмним керуванням (ЧПК) відкриває широкі можливості для професійного розвитку, інженерної творчості та впевненого кроку в IT- і STEM-сферу. Гурток «Розробка, конструювання та виготовлення приладів з ЧПК» створено з метою ознайомлення учнівської молоді віком 14–18 років з основами побудови, програмування, технічного обслуговування та практичного застосування сучасного автоматизованого обладнання. Програма сприяє формуванню ключових технічних компетентностей, розвитку логічного і алгоритмічного мислення, конструкторських умінь, інженерної культури, а також вихованню інтересу до технічної творчості.

Актуальність програми зумовлена стрімким розвитком технологій автоматизації виробництва, широким впровадженням ЧПК у промисловості, медицині, побуті, сфері 3D-друку та індустрії інтернету речей. Попит на фахівців, здатних проєктувати, програмувати та обслуговувати таке устаткування, постійно зростає. Раннє ознайомлення з технологіями ЧПК сприяє професійному самовизначенню, адаптації до вимог сучасного ринку праці та розвитку інженерного потенціалу молоді.

Дана навчальна програма реалізується у гуртку відділу STEM-освіти інформаційно-технічного профілю. Вона розрахована на один рік із поєднанням теоретичних та практичних занять. Групи формуються з 10–12 учасників. В основі програми – принципи доступності, науковості, практичної спрямованості, міждисциплінарної інтеграції знань з фізики, інформатики, математики та технологій.

Метою програми є формування у вихованців технічних, технологічних та програмних компетентностей у процесі розробки, моделювання, виготовлення та керування приладами з ЧПК, розвиток конструктивного мислення та творчого підходу до інженерних задач.

Основні завдання програми полягають у формуванні таких **компетентностей**:

- *пізнавальної*, зміст якої полягає у засвоєнні основ побудови, програмування та функціонування приладів з числовим програмним керуванням, ознайомленні з типами обладнання, його призначенням та складовими частинами, опануванні базових понять технічного моделювання, технологічних процесів, принципів роботи САМ- та САД-програм, а також у формуванні інтересу до інженерно-технічної діяльності та самонавчання у сфері автоматизованих систем;

- *практичної*, зміст якої полягає в оволодінні навичками роботи з електронними та механічними компонентами приладів з ЧПК, розробці та налагодженні керувальних програм, експлуатації 3D-принтерів і лазерного устаткування, використанні сучасного програмного забезпечення для технічного моделювання і керування, а також у набутті досвіду вирішення прикладних інженерних завдань;

- *творчої*, зміст якої полягає у розвитку здатності до технічного мислення, конструкторських навичок, створення власних пристроїв з ЧПК, застосуванні креативного підходу до розробки технічних рішень, формуванні уяви, фантазії, здатності до проєктної діяльності, а також у вихованні ініціативності, потреби в інженерній самореалізації та прагненні до інновацій;

- *соціальної*, зміст якої полягає у формуванні навичок командної роботи над спільними технічними проєктами, розвитку відповідального ставлення до праці, дотримання культури виробничої безпеки, екологічної свідомості, правил техніки безпеки, а також у вихованні доброзичливості, наполегливості, самостійності та готовності до участі в інженерно-технологічному суспільстві.

Навчальна програма «Розробка, конструювання та виготовлення приладів з ЧПК» реалізується у гуртках науково-технічного напрямку інформаційно-технічного профілю. Навчальна програма розрахована на 1 рік для вихованців 14-18 років обсягом 144 год. (4 год./тиждень).

Програма охоплює такі ключові теми:

- знайомство з приладами з ЧПК та їх принципами роботи;
- використання ЧПК для 3D-друку;
- будова та компоненти устаткування (механіка, електроніка);
- програмування приладів (G-code, CAM);
- підготовка та реалізація власного технічного проєкту.

Заняття відбуваються у форматі поєднання теорії та практики, із використанням сучасних цифрових інструментів (CAD/CAM), 3D-принтерів, лазерного обладнання, інтерактивних платформ. Передбачено індивідуальну, парну та групову роботу, метод проєктів, моделювання, презентації, участь у змаганнях.

Програма передбачає варіативність технологій, методів, форм навчання. В процесі організації освітнього процесу застосовуються як традиційні технології навчання та виховання, так і елементи інноваційних технологій (метод проєктів, тренінгові технології, формування творчої особистості, колективного творчого виховання, розвивального навчання тощо). На заняттях гуртка використовуються різноманітні методи навчання, серед яких, перевага надається інтерактивним та ігровим методам. Застосовуються різноманітні

засоби навчання: наочні матеріали, тестові картки, технічні засоби навчання. Створюються умови для диференціації та індивідуалізації навчання відповідно до творчих здібностей, обдарованості, віку, психофізичних особливостей, стану здоров'я вихованців.

Форма контролю: залікові заняття, захист практичної роботи, участь у конкурсах, виконання підсумкового проєкту.

Програма не передбачає спеціальної попередньої підготовки та адаптована до вікових особливостей вихованців. Вона є орієнтовною, і керівник гуртка може вносити необхідні зміни без порушення її загальної структури, мети, завдань та обсягу годин.

Результатом навчання стане формування у вихованців стійких знань і практичних навичок, необхідних для подальшого поглибленого вивчення технічних дисциплін, підготовки до вступу у профільні заклади освіти, участі у конкурсах та власної інженерної самореалізації.

Програма є орієнтовною. За необхідності керівник гуртка може внести до програми зміни, які не повинні впливати на загальний зміст навчальної програми та кількість навчальних годин. Незмінними мають залишатися мета, завдання і прогнозований результат освітньої діяльності.

Основний рівень, перший рік навчання НАВЧАЛЬНО-ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

№	Тема	Кількість годин		
		теоретичних	практичних	усього
1	Вступ	2	-	2
2	Розділ 1. Загальні відомості про прилади з ЧПК	7	7	14
3	Розділ 2. Прилади з ЧПК для виготовлення 3D моделей	15	29	44
4	Розділ 3. Побудова та компоненти устаткування з ЧПК	12	8	20
5	Розділ 4. Електронні компоненти приладів з ЧПК	12	6	18
6	Розділ 5. Механічні компоненти приладів з ЧПК	6	12	18
7	Розділ 6. Програмування приладів з ЧПК, та програмні продукти для їх використання.	8	12	20
8	Розділ 7. Технологічні принципи роботи устаткування з ЧПК.	6	-	6
9	Підсумок	2	-	2
	Разом	70	74	144

ЗМІСТ ПРОГРАМИ

1. Вступ (2 год.)

Теоретична частина. Мета, завдання та зміст роботи. Правила поведінки в колективі. Санітарно-гігієнічні вимоги до організації робочого місця. Організаційні питання. Правила безпеки життєдіяльності. Правила поведінки в навчальному закладі та кабінеті. Техніка безпеки під час роботи з приладами.

Розділ 1. Загальні відомості про прилади з ЧПК (14 год.)

Теоретична частина. Загальна інформація про призначення та особливості використання приладів з ЧПК. Основні види та параметри устаткування з ЧПК. Принципи побудови, роботи та керування приладами з ЧПК. Універсальний інструмент керування устаткуванням з ЧПК (G-code). G-code команди, їх групи та параметри.

Практична частина. Самостійне написання найпростішої програми для руху по траєкторії графічних примітивів.

Розділ 2. Прилади з ЧПК для креслення, та друку 3D моделей (44 год.)

Теоретична частина. Огляд приладу з ЧПК для виконання рисунків маркером. Його основні вузли та принципи роботи і керування. Огляд безкоштовних програм для виконання рисунків та креслень. Види графічних зображень (растр, вектор) та форматів графічних файлів (bmp, jpg, dxf, svg та ін.). Програми для конвертування графічного файлу в траєкторії руху приладу з ЧПК (CAM) та особливості роботи з ними.

Практична частина. Написання програми для приладу з ЧПК. Виправлення програми та її запуск. Деталізований розгляд будови 3d принтера, його основних елементів та принципів роботи. Інформація та огляд безкоштовних програм для моделювання об'ємних об'єктів (CAD). Основні принципи роботи в CAD програмах. Побудова перших примітивних 3d моделей в CAD програмі. Самостійне створення об'єкту для виготовлення із пластику на 3d принтері. Огляд типів пластику, та вивчення особливостей, що можуть вплинути на побудову моделі, підготовку до друку та друк на 3d принтері. Огляд безкоштовних програм для підготовки об'ємних об'єктів до друку на 3d принтері (слайсері), їх особливості і принципи роботи. Вибір відповідно до моделі параметрів друку та їх особливості. Самостійна підготовка побудованого раніше об'єкту до друку в слайсері. Друк самостійно створеної 3d моделі на 3d принтері. Коректування помилок параметрів друку і моделі. Повторний друк виправленої моделі.

Розділ 3. Побудова та компоненти устаткування з ЧПК (20 год.)

Теоретична частина. Кінематичні схеми приладів з ЧПК, їх різновиди і особливості програмування і керування. Виконавчі інструменти та особливості їх використання та обслуговування.

Практична частина. Проектування механізму з руховою кінематикою на базі картезіанської кінематичної моделі руху. Проектування приладу з ЧПК.

Розділ 4. Електронні компоненти приладів з ЧПК (18 год.)

Теоретична частина. Блоки живлення: ТБ при роботі, види, особливості. Крокові двигуни: види, будова і принципи роботи. Драйвери крокових двигунів, їх види, параметри та налаштування. Контролери та стойки як основні керівні органи приладів з ЧПК.

Практична частина. Налаштування параметрів драйверів крокових двигунів. Проектування системи електронних компонентів приладу з ЧПК на базі стандартних компонентів.

Розділ 5. Механічні компоненти приладів з ЧПК (18 год.)

Теоретична частина. Направляючі: їх типи, види, особливості, механічні властивості. Передавальні вузли. Ремінна передача, зубчаста передача, гвинтова передача: трапецієвидна та кульково-гвинтова передача (КГП), їх особливості, властивості переваги та недоліки використання.

Практична частина. Розрахунок використовуваної ремінної передачі та зубчастих шківів. Визначення параметрів системи з урахуванням використовуваних елементів.

Тема 7. Програмування приладів з ЧПК, та програмні продукти для їх використання. (20 год.)

Теоретична частина. САМ програми, їх необхідність і особливості. Структура програми приладів з ЧПК. Основні принципи побудови програми. Аналіз програми на помилки. Використання постпроцесору для конкретного типу верстата. Визначення траєкторії руху. Формування траєкторії та режимів. Корегування траєкторії з урахуванням параметрів устаткування та виконавчого інструменту.

Практична частина. Розробка виконавчої програми з використанням САД системи. Запуск програми. Корегування програми з урахуванням помилок обробки деталі.

Розділ 7. Технологічні принципи роботи устаткування з ЧПК. (6 год.)

Теоретична частина. Режимы різання, та обробки матеріалів. Види виконавчих інструментів. Параметри руху та обертання, їх взаємозв'язок. Особливості використання лазерного устаткування.

Підсумок (2 год.)

Теоретична частина. Підведення підсумків роботи гуртка. Аналіз вивченого матеріалу. Відзначення кращих конструкторів гуртка

ПРОГНОЗОВАНИЙ РЕЗУЛЬТАТ

Вихованці мають знати:

- правила техніки безпеки при роботі з устаткуванням;
- теорію роботи приладів;
- призначення складових устаткування;
- види устаткування та їх особливості;
- принципи керування приладами з ЧПК;
- устрій приладів з ЧПК.

Вихованці мають уміти:

- проводити аналіз працездатності приладу;
- налаштовувати параметри устаткування;
- проводити періодичне обслуговування устаткування;
- використовувати програмне забезпечення необхідне для роботи устаткування;
- використовувати CAD, CAM програми ;
- використовувати контролююче програмне забезпечення.

Вихованці мають набути досвід щодо:

- засвоєння технічних та технологічних знань, уявлень і понять технологічних процесів, конструювання прогресивних технологій;
- встановлення програмного забезпечення комп'ютера, користування програмами стандартного набору, користування офісним програмним забезпеченням, роботи з комплектуючими персонального комп'ютера та з периферійними пристроями і інструментами;
- розвитку конструкторських здібностей, формування системного і логічного мислення, уяви, фантазії, здатності проявляти творчу ініціативу,

вирішувати творчі завдання; формування стійкого інтересу до технічної творчості, потреби у творчій самореалізації та духовному самовдосконаленні;

- поваги до праці і людей, дбайливого ставлення до навколишнього середовища, культури праці, формування позитивних якостей емоційно-вольової сфери.

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ОБЛАДНАННЯ

№	Найменування обладнання	Кількість
<i>Технічні засоби</i>		
1	Персональні комп'ютери, підключені до мережі Internet	12 шт
2	3D Принтер	1 шт
3	3D Сканер	1 шт
4	Інтерактивна дошка	1 шт
5	Проектор	1 шт
6	Фрезерний верстат з ЧПК	1 шт
7	Лазерний гравіювальний верстат з ЧПК	1 шт
8	Крокові двигуни	4 шт
9	Плата керування	1 шт
10	Інтерфейсна плата	1 шт
11	Драйвери крокових двигунів	4 шт
12	Направляючі циліндричні	6 шт
13	Ремінь зубчастий	2 м
14	Шків зубчасті	3 шт
15	Блок живлення 12В 20А	1 шт
16	Сервопривід	1 шт
17	PLA пластик	2 кг
18	Метизи	
19	Фанера 4мм	5м2
20	Фанера 3мм	5м2
21	МДФ 3мм	5м2
22	Провід 1мм2	10м
<i>Програмне забезпечення</i>		
1	Операційна система	
2	Текстовий редактор	
3	Растровий графічний редактор	
4	Векторний графічний редактор	
5	CAD програма	
6	CAM програма	

ЛІТЕРАТУРА

1. Берлінер Е. Актуальність застосування САПР в машинобудуванні. / САПР і графіка, №9, 2000.
2. Гайворонський, В. А. Програмування автоматизованого обладнання. Технологічні основи обробки корпусних деталей : навчальний посібник // В. А. Гайворонський. – К. : Кондор, 2007. – 290с. – ISBN 978-966-8251-85-6.
3. Зазерській Е.Н., С.Н. Жолнерчик. Технологія обробки деталей на верстатах з ЧПК. – Л.: Машинобудування, 1975. –208 з.
4. Мельничук П.П., Василюк Г.Д., Лоев В.Ю. Конструювання, розрахунок та експлуатація токарних верстатів з ЧПК. – Житомир: ЖІТІ, 2001. – 268 с.
5. Муляр Ю. І., Дерібо О. В. Програмування токарної обробки на верстатах з ЧПК. Навчальний посібник. –Вінниця: ВНТУ, 2004. –91 с. 4. Бочков В.М., Сілін Р.І.
6. Пятунін А.І. САПР підготовки управляючих програм для верстатів з ЧПК. Курс лекцій. Електронний формат, 2006.
7. Руденко, П. О. Проектування технологічних процесів у машинобудуванні : навч. посібник / П. О. Руденко. – К. : Вища школа, 1993. – 414 с. – ISBN 5-11-004091-5.
8. Системи автоматизованого програмування верстатів з ЧПК :навчальний посібник / С. Л. Міранцов, В. І. Тулупов, С. Г. Онищук, Ю. Б. Борисенко, Є. В. Мішура, О. С. Ковалевська – Краматорськ : ДДМА, 2011. – 152 с. ISBN 978-966-379-549-2.
9. Технологія автоматизованого виробництва: Підручник / О.О. Жолобов, В.А. Кирилович та ін. – Житомир: ЖДТУ, 2008 – 1014 с. 3.