

Администрация муниципального округа города Кировска  
с подведомственной территорией Мурманской области

МУНИЦИПАЛЬНАЯ АВТОНОМНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ЦЕНТР ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА «ХИБИНЫ» ГОРОДА КИРОВСКА»

Принята на заседании  
педагогического совета  
от «15» мая 2025 г.  
Протокол № 3



УТВЕРЖДАЮ  
Директор МАОДО ЦДТ «Хибины»  
Е.В. Караваева  
«16» мая 2025 г.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩАЯ ПРОГРАММА  
технической направленности

**«МАСТЕРСКАЯ ЧПУ»**

Возраст обучающихся: 12-16 лет  
Срок реализации программы: 144 часа

Составитель:  
педагог дополнительного образования  
Шарай Андрей Юрьевич

г. Кировск  
2025 год

## СОДЕРЖАНИЕ

I. КОМПЛЕКС ОСНОВЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ.....	3
1.1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА .....	3
1.2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ.....	7
1.3 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ.....	7
1.3.1 Учебный план .....	7
1.3.2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА .....	7
1.4 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ .....	9
II. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ .....	10
2.1 КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК.....	10
2.2 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ.....	10
2.3 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ .....	11
2.4 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ.....	12
2.5 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ.....	17
2.6. ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ .....	19
ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ .....	20
Календарный учебный график на 2025/26 учебный год .....	21

# **I. КОМПЛЕКС ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ОБЩЕРАЗВИВАЮЩЕЙ ПРОГРАММЫ**

## **1.1 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА**

С развитием новых технологий всё больше востребованы специалисты, способные грамотно обращаться с системами автоматизированного производства, такими как оборудование с числовым программным управлением (ЧПУ). Освоение принципов работы ЧПУ позволит подросткам приобрести важные технические навыки, развить пространственное воображение, мелкую моторику и повысить свою конкурентоспособность на рынке труда будущего.

Современное общество требует специалистов с навыками работы на оборудовании с ЧПУ, начиная с молодых возрастов. Дополнительная общеразвивающая программа "Мастерская ЧПУ" направлена на подготовку будущих профессионалов и популяризацию среди подростков инженерных профессий, связанных с обработкой материалов, созданием уникальных изделий, подготовкой управляющих программ для фрезерных и гравировальных станков.

Осваивая технику обработки материалов и программирование станков, школьники получают фундаментальные знания, полезные как в повседневной жизни, так и в будущей профессиональной карьере.

**Направленность программы:** техническая.

**Уровень программы:** базовый.

**Тип программы:** дополнительная общеразвивающая.

Настоящая программа разработана в соответствии с нормативно-правовыми документами:

- Федеральный закон от 29 декабря 2012 года № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации»;
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 31 марта 2022 года № 678-р «Концепция развития дополнительного образования детей до 2030 года»;
- Приказ Министерства просвещения РФ от 27 июля 2022 года № 629 «Об утверждении Порядка организации и осуществления образовательной деятельности по дополнительным общеобразовательным программам»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.09.2020 №28 «Об утверждении санитарных правил СП 2.4.3648-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям воспитания и обучения, отдыха и оздоровления детей и молодёжи»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 №2 «Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания»;
- Положение о структуре, порядке разработки и утверждения дополнительных общеразвивающих образовательных программ МАОДО «ЦДТ «Хибины» г. Кировска.
- Приказ министерства труда и социальной защиты РФ от 22.09.2021 №9652 «Об утверждении профессионального стандарта» Педагог дополнительного образования детей и взрослых»
- Письмо Минпросвещения России от 29.09.2023 № АБ3935/06

**Актуальность программы** Современное общество испытывает недостаток квалифицированных инженеров и технических специалистов, особенно в условиях широкого внедрения технологий числового программного управления (ЧПУ). Эта проблема подчеркивается зарубежным опытом, где использование станков с ЧПУ доказало свою эффективность и экономичность. Использование таких станков снижает уровень производственного брака, уменьшает потребность в персонале и улучшает

качество продукции.

Таким образом, необходимость включения обучения работе на станках с ЧПУ в дополнительное образование обусловлена потребностью рынка труда и развитием современной промышленности. Дополнительная общеразвивающая программа "Мастерская ЧПУ" ориентирована на решение данной проблемы путем предоставления учащимся возможностей для раннего знакомства с техническими профессиями и развития необходимых навыков.

#### **Отличительная особенность.**

Особенностью программы является тесная связь теории и практики — каждое занятие направлено на выполнение реальных задач, будь то изготовление деталей, прототипов или декоративных изделий. Данная программа отличается интеграцией современной техники и программного обеспечения, а также акцентом на проектирование и разработку проектов. Благодаря этому ребята смогут уверенно управлять станками типа CNC 3018 и получать практические навыки, востребованные на современном производстве.

**Новизна** программы заключается в сочетании традиционных аспектов обучения с передовыми техниками и технологиями, такими как ЧПУ и 3D-моделирование. Эти нововведения делают программу актуальной и востребованной в условиях быстро меняющегося мира технологий и экономики. Освоив предлагаемые курсы, участники смогут уверенно ориентироваться в мире современных технологий и успешно конкурировать на рынке труда.

**Педагогическая целесообразность** дополнительной общеобразовательной программы "Мастерская ЧПУ" обусловлена рядом значимых аспектов, обеспечивающих эффективное профессиональное развитие и личностный рост обучающихся.

#### **Профессиональная ориентированность**

Программа целенаправленно формирует у обучающихся технические компетенции, актуальные для текущих потребностей рынка труда. Согласно исследованию, наблюдается значительный спрос на специалистов, владеющих навыками работы на станках с ЧПУ, особенно в промышленном секторе. Это делает обучение на данном курсе перспективным и актуальным выбором для молодежи.

#### **Интеграция знаний и навыков**

Программа обеспечивает интеграцию различных учебных дисциплин, таких как технология машиностроения, инженерная компьютерная графика, метрология и детали машин. Такое сочетание позволяет создать целостную картину понимания производственных процессов и развивает способность учащихся применять знания на практике.

#### **Творческий потенциал и самореализация**

Участие в программе стимулирует творческий подход к решению задач, позволяя каждому участнику раскрыть свой потенциал и выразить индивидуальные интересы. Этот аспект особенно важен для формирования позитивной мотивации к учебе и последующему трудуоустройству.

#### **Современные технологии и перспективы**

Программа основана на актуальных трендах технологического развития, таких как использование цифрового моделирования и ЧПУ. Это готовит учащихся к будущим профессиональным вызовам и обеспечивает конкурентные преимущества на рынке труда.

Таким образом, педагогическая целесообразность программы заключается в ее способности эффективно готовить молодых специалистов, обладающих важными навыками и знаниями, необходимыми для успешной карьеры в современной экономике. Она также служит базой для дальнейших исследований и профессионального роста, обеспечивая преемственность и непрерывность обучения.

**Адресат программы** - Программа ориентирована на обучающихся возраста 12–16 лет, проявивших интерес к техническим дисциплинам и желающих овладеть навыками работы на современном оборудовании.

**Срок освоения программы:** 1 год.

**Объем программы:** 144 часа.

Предусматривается возможность завершения занятий на любой ступени и добор на любой уровень на основе входящего контроля знаний.

**Форма реализации программы – очная.**

**Режим занятий:** Занятия проводятся 2 раза в неделю по 2 академических часа (академический час длится 45 минут) с перерывом в 10 минут. Режим занятий соответствует требованиям СанПиН. Соблюдается режим проветривания помещений, санитарное содержание помещений и площадок проведения занятий.

**Наполняемость группы – 12 человек.**

#### **Формы организации образовательного процесса:**

Организационные формы образовательного процесса направлены на предоставление участникам курса широкого спектра возможностей для самостоятельного и совместного творчества, интеграции теоретических знаний и практических навыков, формирования ключевых профессиональных качеств и мотивации к дальнейшему развитию в области высоких технологий и инженерии.

##### **1. Теоретическая форма обучения**

Лекции, посвящённые основам работы с ЧПУ, принципам программирования и особенностям используемых станков.

Групповые обсуждения и дискуссии, направленные на осмысление полученной информации и её применение на практике.

##### **2. Практическая форма обучения**

Лабораторные работы и тренировки на реальных станках CNC 3018, позволяющие освоить технику безопасности и приёмы работы с инструментом.

Выполнение индивидуальных и командных проектов, включающих проектирование, подготовку управляющей программы и изготовление деталей.

##### **3. Проектная деятельность**

Реализация собственных инженерных решений в сфере ЧПУ-обработки, создание оригинальных конструкций и механизмов.

Участие в конкурсах и выставках, организованных внутри школы или внешними организациями.

##### **4. Индивидуальная консультация**

Работа с каждым ребёнком отдельно для выявления и устранения пробелов в знаниях и умениях.

Консультации по выбору оптимальной траектории дальнейшего саморазвития в области ЧПУ-технологий.

##### **5. Творческие мероприятия**

Организация конкурсов на лучшую конструкцию, идею или проект, выполненный с применением станков с ЧПУ.

Проведение выставок готовых изделий, созданных участниками программы.

##### **6. Игровая форма обучения**

Использование игровых форматов, таких как квесты, соревнования и симуляции, помогающих развивать интерес и вовлечённость в учебный процесс.

#### **Методы организации образовательного процесса дополнительной общеразвивающей программы "Мастерская ЧПУ".**

Образовательный процесс строится на интеграции теоретического и практического подходов, направленных на формирование ключевых компетенций обучающихся.

Основные методы включают:

##### **1. Теоретический метод:**

- **Лекции:** Изложение учебного материала преподавателем, позволяющее освоить основы работы с ЧПУ, программное обеспечение и технику безопасности.

- **Демонстрационные уроки:** Наглядное представление процессов работы на оборудовании и примере реальных ситуаций.
2. Практикоориентированный метод:
- **Лабораторные работы:** Осуществление самостоятельных действий по настройке и управлению оборудованием, выполнению учебных заданий.
  - **Проектная деятельность:** Организация комплексного подхода к созданию изделия от замысла до реализации готового продукта.
  - **Игровые методики:** Применение игровых форм занятий, стимулирующих интерес и вовлеченность школьников.
3. Интерактивный метод:
- **Групповые обсуждения:** Обмен мнениями и опытом между учащимися, обсуждение сложных вопросов и решение творческих задач.
  - **Индивидуальное консультирование:** Помощь каждому ученику в освоении новых технологий и преодолении трудностей.
4. Метод проектов:
- **Организация командной работы:** Выполнение коллективных проектов, способствующих развитию сотрудничества и умения распределять роли.
  - **Самостоятельная творческая активность:** Предоставление возможности учащимся проявить инициативу и реализовать собственные проекты.
5. Метод самооценки и рефлексии:
- **Оценочные мероприятия:** Регулярная оценка уровня усвоения знаний и приобретённых навыков.
  - **Рефлексия:** Анализ собственных достижений и определение направлений дальнейшего совершенствования.

## 1.2 ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ПРОГРАММЫ

**Цель:** развитие технических компетенций у обучающихся посредством знакомства с принципами работы и эксплуатации ЧПУ станков типа CNC 3018, воспитание интереса к техническим профессиям и поддержка будущих профессиональных решений. Для достижения этой цели необходимо решить следующие задачи:

**Образовательные:** ознакомление с основными принципами работы станков с ЧПУ, изучение основ цифрового проектирования и программирования для промышленных нужд.

**Развивающие:** развитие пространственного мышления, внимания к деталям, точности исполнения операций, креативности и инициативности.

**Воспитательные:** воспитание трудолюбия, целеустремленности, дисциплины и уважительного отношения к рабочему процессу и инструментам.

## 1.3 СОДЕРЖАНИЕ ПРОГРАММЫ

### 1.3.1 Учебный план

№ п/п	Раздел программы. Тема	Часы			Формы контроля
		Всего	Теория	Практика	
1	Основы работы с ЧПУ-фрезером	22	6	16	Входящий контроль
2	CAD-CAM разработка и подготовка чертежей	28	8	20	Промежуточный контроль
3	Работа с ПО и интерфейсами управления	18	6	12	Промежуточный контроль
4	Материалы и методы обработки	18	6	12	Промежуточный контроль
5	Подготовка инструментов и техническое обслуживание	16	4	12	Промежуточный контроль
6	Реализация проектов и практика обработки деталей	22	2	20	Промежуточный контроль
7	Совместная работа и повышение квалификации	20	2	18	Итоговый контроль
Всего часов по программе		144	34	110	

### 1.3.2 СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО ПЛАНА

#### Основы работы с ЧПУ-фрезером. – 22 часа

##### Теоретическая часть (6 часов).

Меры предосторожности и техника безопасности. Что такое ЧПУ-фрезерный станок. История развития и применение. Устройство и принцип работы станка CNC 3018.

##### Практическая часть (16 часов).

Первые шаги: включение и выключение станка. Настройки координатной сетки и нулевых точек. Первая пробная обработка поверхности.

#### CAD-CAM разработка и подготовка чертежей. – 28 часов.

##### Теоретическая часть (8 часов).

Базовые элементы Inscape. Векторная графика и конвертация в DXF. Создание простейшей векторной формы. Базовые элементы Free CAD.

##### Практическая часть (20 часов).

Пространственное моделирование и импорт геометрии в САМ-программу. Подготовка и генерация траекторий обработки векторной формы и симуляция процесса. Генерация траекторий обработки и симуляция процесса. Расширенный эксперимент по проектированию простой детали.

**Работа с ПО и интерфейсами управления. – 18 часов.**

**Теоретическая часть (6 часов).**

Candle (GrblControl). Первичная установка программы на компьютер и подключение. Интерфейс управления и базовая навигация. Panels. Colors. Fonts. Панель Шпиндель. Панель Коррекция. Панель Перемещение.

**Практическая часть (12 часов).**

GrblControl Candle. Настройка программы. Информация о станке. Управление. Соединение. Отправка файла. Команды. Карта высот. Парсер. Визуализатор. Модель фрезы. Консоль. Состояние. Управление. G-код программы.

**Материалы и методы обработки. – 18 часов.**

**Теоретическая часть (6 часов).**

Выбор материала для обработки: свойства дерева, пластика, металла. Методы фрезерования: контурный рез, выборка и гравировка. Режимы резки и скорость подачи.

**Практическая часть (12 часов).**

Определение глубины обработки и контроль точности. Практика по подготовке материала и установке заготовки. Экспериментальная обработка различных материалов.

**Подготовка инструментов и техническое обслуживание. – 16 часов.**

**Теоретическая часть (4 часа).**

Инструмент и оснастка для фрезерования. Создание базы данных фрез в ПО.

**Практическая часть (12 часов).**

Установка и замена фрез на станке. Правильная заточка и эксплуатация инструмента. Замена шпинделя и диагностика неисправностей. Периодичность обслуживания и чистка станка. Диагностика проблем и устранение неполадок.

**Реализация проектов и практика обработки деталей. – 22 часа.**

**Теоретическая часть (2 часа).**

Проектная деятельность. Этапы реализации.

**Практическая часть (20 часов).**

Практическое упражнение: простая форма, прямоугольники и квадраты. Обработка отверстий и крепежных элементов. Круглая и криволинейная контурная обработка. Сложные формы: рельеф и градиентная глубина. Гравировка текста и логотипов. Мини-проект: производство небольшого сувенира.

**Совместная работа и повышение квалификации. – 20 часов.**

**Теоретическая часть (2 часа).**

Комплексный проект: совместное изготовление объемной фигуры. Теоретическая подготовка.

**Практическая часть (18 часов).**

Комплексный проект: совместное изготовление объемной фигуры. Реализация индивидуального проекта. Практикумы и испытания созданных конструкций. Защита готовых проектов работ.

**Подробное описание тем указано в календарно-учебном графике (Приложение 1).**

## 1.4 ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ

### Предметные результаты

#### **Основы работы с ЧПУ-фрезером**

- Понимание устройства и принципа работы ЧПУ-фрезера.
- Владение мерами предосторожности и техникой безопасности.
- Умение включать и выключать станок, настраивать координаты и проводить пробную обработку поверхностей.

#### **Работа с ПО и интерфейсами управления**

- Установка и настройка программы GrblControl Candle.
- Навигация по интерфейсу и выполнение базовых операций.
- Настройка панелей, цветов, шрифтов и другие настройки программы.

#### **Материалы и методы обработки**

- Выбор подходящего материала для обработки (дерево, пластик, металл).
- Применение методов фрезерования (контурный рез, выборка, гравировка).
- Определение режимов резки и скорости подачи.

#### **Подготовка инструментов и техническое обслуживание**

- Создание базы данных фрез в ПО.
- Установка и замена фрез на станке.
- Правильная заточка и эксплуатация инструмента.

#### **Реализация проектов и практика обработки деталей**

- Практические упражнения по обработке простых форм и сложных деталей.
- Обработка отверстий, круглых и криволинейных контуров.
- Гравировка текста и логотипов.

#### **Совместная работа и повышение квалификации**

- Участие в комплексных проектах по изготовлению объемных фигур.
- Реализация индивидуальных проектов и защита выполненных работ.

### Личностные результаты

**Развитие технического мышления** — способность анализировать технические проблемы и находить оптимальные решения.

**Формирование ответственности** — осознание важности соблюдения техники безопасности и правильного обращения с оборудованием.

**Умение планировать работу** — планирование последовательности действий при выполнении проектов.

**Повышение уровня самостоятельности** — умение самостоятельно решать возникающие технические трудности.

**Развития креативности** — создание оригинальных изделий и решений в рамках учебных заданий.

### Метапредметные результаты

**Информационно-коммуникационные компетенции** — освоение программного обеспечения и интерфейсов управления ЧПУ-фрезером.

**Исследовательские умения** — проведение экспериментов по обработке различных материалов и методам фрезерования.

**Навыки коллективной деятельности** — участие в совместных проектах и эффективное взаимодействие в команде.

## **II. КОМПЛЕКС ОРГАНИЗАЦИОННО ПЕДАГОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

### **2.1 КАЛЕНДАРНЫЙ УЧЕБНЫЙ ГРАФИК**

Занятия по программе проводятся со второй недели сентября по 31 мая каждого учебного года, включая каникулярное время, кроме летнего периода и праздничных дней

Количество учебных часов на учебный год:

Учебный график рассчитан на 36 учебных недель – 144 академических часа.

Занятия проводятся в соответствии с календарно-учебным графиком (Приложение 1).

### **2.2 УСЛОВИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ**

#### **I. Санитарно-гигиенические условия**

##### **1. Санитарные нормы и правила:**

- Помещение для занятий должно соответствовать санитарно-эпидемиологическим нормам **СП 2.4.3648-20** и гигиеническим нормативам **СанПиН 1.2.3685-21**, обеспечивая комфортные условия для воспитанников.
- Помещение оснащено естественным светом и искусственным освещением (желательно люминесцентными лампами), поддерживая комфортную атмосферу для зрительной активности и безопасной работы с оборудованием.
- Наличие качественной вентиляции и регулярного проветривания согласно установленным нормативам.
- Просторная рабочая площадь, удобная мебель и оборудование соответствуют стандартам эргономики и гигиены труда.

##### **2. Медицинская безопасность:**

- Кабинет оснащен аптечкой первой помощи, необходимой для быстрого реагирования на случай травмы или несчастного случая.
- Преподаватель проходит регулярное медицинское обследование и обладает квалификационными сертификатами, подтверждающими знание требований охраны труда и правил оказания первой помощи.

#### **II. Материально-технические условия**

##### **1. Необходимое оборудование и инвентарь:**

- Современные компактные ЧПУ станки (CNC 3018), предназначенные для обучения основам автоматической обработки материалов.
- Комплекты оснастки для станков.
- Необходимый набор материалов для обработки (фанера, орг.стекло и др)
- Рабочие столы и удобные стулья, соответствующие государственным стандартам.
- Специальные учебные поля для проведения испытаний и соревнований роботов.
- Зарядные устройства для аккумуляторов, ПК преподавателей и учащихся, планшеты, проектор и экран для демонстрации учебного материала.

##### **2. Информационные ресурсы:**

- Компьютеры с установленными программами **GrblControl**, **Candle**, **Inkscape**, **FreeCAD**, **Scratch** и специализированными приложениями для планшетных компьютеров.
- Доступ к сети Интернет для поиска необходимых ресурсов и обновления программного обеспечения.

#### **III. Методическое и дидактическое обеспечение**

1. Методические материалы:

- Авторские методички и пособия, разработанные специально для данной программы.
- Тематические лекции, презентационные материалы и видеоматериалы по устройству и использованию оборудования.
- Справочно-методические таблицы и графики, отражающие свойства материалов и рекомендуемые режимы обработки.

2. Образовательные подходы:

- Интерактивные занятия с использованием современных педагогических методик, таких как игровые технологии, коллективное сотрудничество и исследовательская деятельность.
- Лабораторные работы и практические занятия с применением новейших техник и технологий.
- Формирование проектной культуры через организацию индивидуальной и коллективной творческой деятельности.

3. Организационные меры:

- Регулярный мониторинг успеваемости и мотивационных показателей участников программы.
- Активное вовлечение родителей и общественности в поддержку и развитие инициативы учащихся.
- Периодическое обновление и адаптация учебно-методической документации для соответствия современным реалиям.

## 2.3 ФОРМЫ КОНТРОЛЯ

### **Формы контроля:**

Для оценки качества и степени подготовки, обучающихся в период обучения проводится проверка теоретических и практических навыков. Знания оцениваются по зачётной системе. Теоретическая часть включает ответы на вопросы.

Практическая часть включает демонстрацию навыков работы с программным обеспечением и оборудованием.

### **Способы определения результативности**

#### **Образовательная результативность:**

- **Оценка теоретических знаний:** Проведение тестов по пройденному материалу, включая устройство и принципы работы станков, технику безопасности, работу с программным обеспечением и материалами.
- **Проверка практических навыков:** Оценка выполненных заданий, проектов и упражнений, связанных с обработкой поверхностей, созданием чертежей, настройкой оборудования и техническим обслуживанием.
- **Самостоятельность студентов:** Анализ способности учащихся самостоятельно решать поставленные задачи, выбирать материалы и инструменты, разрабатывать проекты и устранять неисправности.
- **Участие в конкурсах и выставках:** Оценка качества проектов, представленных обучающимися на конкурсных мероприятиях и выставках.

#### **Развивающая результативность:**

- **Развитие креативности:** Наблюдение за способностью обучающихся создавать оригинальные проекты и решения технических задач.
- **Формирование технического мышления:** Проверка понимания принципов работы станков и программного обеспечения, умение анализировать процессы и находить оптимальные решения.

- **Повышение уровня технической грамотности:** Оценка знания свойств материалов, методов обработки и режимов резки.
- **Умение работать в команде:** Анализ взаимодействия между обучающимися при выполнении совместных проектов и решении сложных задач.

#### **Воспитательная результативность:**

- **Формирование ответственности:** Оценка отношения обучающихся к выполнению заданий, соблюдению техники безопасности и правил эксплуатации оборудования.
- **Развития самостоятельности:** Поощрение инициативности и самостоятельности в принятии решений и реализации проектов.
- **Воспитание уважения к труду:** Формирование уважительного отношения к процессу производства и результатам труда.
- **Эмоционально-нравственная поддержка:** Создание благоприятной атмосферы, способствующей развитию уверенности в себе и самооценки обучающихся.

Основными формами подведения итогов обучения являются:

- текущая диагностика знаний, умений и навыков после изучения ключевых тем программы;
- тестирование;
- контрольные упражнения для оценки теоретических знаний;
- опрос;
- выполнение практических заданий.

В течение периода обучения предусмотрена диагностика знаний обучающихся.

Входящий контроль: с 15 по 25 сентября;

промежуточный контроль знаний: с 20 по 26 декабря;

Итоговый контроль знаний: с 12 по 19 мая.

Во время занятий применяется поурочный, тематический и итоговый контроль. Уровень усвоения материала выявляется в беседах, выполнении творческих индивидуальных заданий, применении полученных на занятиях знаний на практике.

## **2.4 ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**

### **Примеры проверочных заданий и вопросов.**

#### **Тестирование**

Уровень 1 (Начальный)

**Вопрос 1:** Что означает аббревиатура ЧПУ?

- А) Центральное программное управление
- Б) Частично программируемый узел
- В) Числовое программное управление
- Г) Цифровой процессорный универсальный

**Вопрос 2:** Какой этап включает первичную установку программы GrblControl на компьютер?

- А) Настройка базы данных фрез
- Б) Подключение и базовая навигация интерфейса
- В) Определение режимов резки
- Г) Замена шпинделья

**Вопрос 3:** Какие материалы наиболее часто используются для обработки на ЧПУ-фрезере?

- А) Дерево, пластик, металл

- Б) Стекло, керамика, бетон
- В) Резина, кожа, ткань
- Г) Песок, камень, гипс

**Вопрос 4:** Какая команда позволяет задать начальную точку отсчета на станке?

- А) G0
- В) M3
- С) G54
- Д) T1

**Вопрос 5:** Для чего используется панель коррекции в программе GrblControl?

- А) Регулировка скорости вращения шпинделья
- Б) Исправление ошибок позиционирования
- В) Установка типа используемого материала
- Г) Изменение размера обрабатываемой детали

**Вопрос 6:** Что такое режим гравировки в обработке на ЧПУ?

- А) Глубокая вырезка больших объемов материала
- Б) Выравнивание поверхностей заготовки
- В) Мелкая поверхностная обработка рисунка или надписи
- Г) Обработка сложных форм

**Вопрос 7:** Как правильно выбрать глубину обработки при работе с деревом?

- А) Максимально возможная для повышения эффективности
- Б) Минимальная, чтобы избежать повреждений
- В) По рекомендациям производителя материала
- Г) Ориентируясь на прочность древесины и цели изделия

**Вопрос 8:** Что обозначают команды G-кода?

- А) Информация о материале
- Б) Инструкции для движения инструмента
- В) Тип используемых фрез
- Г) Характеристики станка

**Вопрос 9:** Чем занимается раздел «Материалы и методы обработки» курса?

- А) Описанием устройства станков
- Б) Выбором оптимальных условий обработки разных материалов
- В) Настройкой программного обеспечения
- Г) Изготовлением сложных форм и рисунков

**Вопрос 10:** Почему важно соблюдать технику безопасности при работе с ЧПУ-фрезером?

- А) Это улучшает качество изделий
- Б) Повышается производительность труда
- В) Исключается риск травмирования оператора
- Г) Увеличиваются возможности станка

Уровень 2 (Средний)

**Вопрос 1:** Назначение панели «Шпиндель» в программе GrblControl:

- А) Отображение состояния подключения к станку
- Б) Контроль температуры двигателя
- В) Запуск/остановка вращательного механизма
- Г) Диагностика проблемы в механизме передачи движений

**Вопрос 2:** Что подразумевает понятие «контурная резка»?

- А) Создание отверстия внутри заготовки
- Б) Фрезерование края по заданному контуру
- В) Полная съемка слоя материала
- Г) Нанесение тонких линий узора

**Вопрос 3:** Какую роль играет симуляция процесса обработки в САМ-программе?

- А) Проверяет правильность подготовленных траекторий
- Б) Позволяет проверить работу механизмов вручную
- В) Показывает стоимость производства
- Г) Определяет расход электроэнергии

**Вопрос 4:** Что определяет глубина шага при выборе режима резки?

- А) Скорость перемещения режущего инструмента
- Б) Количество проходов инструмента по заготовке
- В) Толщина снимаемого слоя материала за один проход
- Г) Угол наклона инструмента относительно оси Z

**Вопрос 5:** Для чего применяется операция выборки материала?

- А) Формирование углублений сложной формы
- Б) Получение плоской гладкой поверхности
- В) Создание острых углов и кромок
- Г) Точная нарезка мелких деталей

**Вопрос 6:** Зачем нужны координационные системы в настройках станка?

- А) Чтобы создать запас материала перед обработкой
- Б) Для определения положения заготовки относительно рабочего стола
- В) Задавать границы максимальной нагрузки на двигатель
- Г) Контролировать состояние смазочной жидкости

**Вопрос 7:** Какое значение имеет правильное размещение нуля координат (нулевой точки)?

- А) Улучшение качества конечного продукта
- Б) Сокращение времени обработки
- В) Правильное положение начала обработки относительно заготовки
- Г) Экономия энергии оборудования

**Вопрос 8:** Какие преимущества даёт использование специализированных программ подготовки чертежей и траектории обработки (например, CamBam)?

- А) Возможность автоматической настройки станка
- Б) Упрощение визуализации процессов обработки
- В) Увеличение скорости передвижения каретки
- Г) Оптимизация потребления электричества

**Вопрос 9:** Каково назначение генератора траекторий обработки в программах САМ?

- А) Определение оптимальной последовательности операций для достижения наилучшего результата
- Б) Расчёт количества материала, необходимого для изготовления детали
- В) Оценка износа инструмента
- Г) Распределение нагрузок на механизм привода станка

**Вопрос 10:** Какие инструменты используются для диагностики возможных неисправностей станка?

- А) Калибровочные щупы и тестовые образцы

- Б) Специализированные датчики и системы мониторинга
- В) Программа AutoCAD
- Г) Осциллограф и мультиметр

Уровень 3 (Продвинутый)

**Вопрос 1:** Как влияет неправильная настройка коррекции инструмента на точность обработки?

- А) Может привести к дефектам на поверхности изделия
- Б) Усиливает шум при работе станка
- В) Возрастает энергопотребление станка
- Г) Удлиняется срок службы инструмента

**Вопрос 2:** Что представляет собой профильная обработка (profiling)?

- А) Создает фаски и скосы вдоль ребер детали
- Б) Используется для грубой предварительной обработки материала
- В) Формирует внутреннюю полость детали
- Г) Применяется исключительно для нанесения надписей и изображений

**Вопрос 3:** Что означают G-коды G00 и G01?

- А) Быстрое перемещение инструмента без снятия материала и линейная интерполяция соответственно
- Б) Режим черновой обработки и чистовой обработки
- В) Включение охлаждения и отключение охлаждения
- Г) Выбор инструмента и коррекция радиуса инструмента

**Вопрос 4:** Какие параметры влияют на расчёт оптимального значения скорости подачи (feed rate)?

- А) Мощность мотора, твердость материала, диаметр инструмента
- Б) Длина кабеля питания, температура окружающей среды
- В) Время ожидания между операциями, давление воздуха
- Г) Температура нагрева подшипников, влажность помещения

**Вопрос 5:** Как определить оптимальное количество проходов для глубокой выборки материала?

- А) Исходя из максимального диаметра фрезы
- Б) Рассчитывается по глубине шага и прочности материала
- В) По количеству запрограммированных команд
- Г) Согласно мощности компьютера управляющего станком

**Вопрос 6:** Каким образом достигается высокая точность повторяемости обработки деталей?

- А) Использованием качественных материалов
- Б) Постоянством параметров и калибровки инструмента
- В) Высокими скоростями подачи и резки
- Г) Применение ручной доводки каждой детали

**Вопрос 7:** Какую проблему решает задание точного положения нуля координат на заготовке?

- А) Устраняет дефекты режущих кромок инструмента
- Б) Исключает перегрев электродвигателя
- В) Снижает вероятность возникновения брака вследствие неверного расположения детали
- Г) Поддерживает стабильность напряжения питания

**Вопрос 8:** Как можно повысить эффективность обработки, используя режим быстрой смены направления движения инструмента?

- А) Используя быстрые переходы G00 между зонами обработки
- Б) Работая на низких оборотах шпинделя
- В) Меняя материал заготовки
- Г) Установив дополнительный источник освещения

**Вопрос 9:** Какова главная цель периодического технического обслуживания станка?

- А) Повышение производительности труда операторов
- Б) Продление срока эксплуатации оборудования и снижение риска поломок
- В) Развитие новых технологий обработки
- Г) Создание более привлекательных дизайнов продукции

**Вопрос 10:** Что такое «коррекция радиуса инструмента» в обработке на ЧПУ?

- А) Компенсация смещения центра фрезы относительно её радиуса
- Б) Процесс восстановления изношенных частей инструмента
- В) Метод устранения дефектов материала путем дополнительной обработки
- Г) Автоматическая смена диаметров инструмента в процессе работы

### **Практические задания**

1. **Задание:** Разработайте простую траекторию обработки прямоугольной формы в CamBam или аналогичной программе, применив различные виды резки (гравировку, контурную обработку).
2. **Задание:** Подготовьте поверхность деревянного листа для последующей обработки на ЧПУ-фрезере. Определите подходящие режимы резки и выберите оптимальный метод крепления заготовки.
3. **Задание:** Проведите диагностику своей фрезы и определите её пригодность для дальнейшей работы, учитывая такие показатели, как износ и остроту режущих кромок.
4. **Задание:** Создайте эскиз будущего изделия (например, небольшой сувенир), проработав дизайн в графическом редакторе, а затем переведите его в цифровой формат для дальнейшего фрезерования.
5. **Задание:** Реализуйте мини-проект — создание несложного декоративного элемента (табличка, ключница). Используйте весь цикл работы: проектирование, подготовку материала, обработку на ЧПУ и финишную отделку готового изделия.

## 2.5 МЕТОДИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ

Для успешной реализации разделов программы предлагается следующий примерный набор методических материалов.

### *Раздел 1. Основы работы с ЧПУ-фрезером*

**Методичка:** «История и применение ЧПУ-технологий» — введение в историю развития ЧПУ и области применения современных технологий.

#### **Демонстрационные ролики:**

Устройство и принципы работы станков серии CNC 3018.

Безопасность труда при работе с оборудованием.

#### **Лабораторные задания:**

Практическая настройка оборудования перед началом работы.

Создание первых простых чертежей и траектории движения фрезера.

### *Раздел 2. Работа с ПО и интерфейсами управления*

**Руководство:** По пошаговой настройке программного комплекса GrblControl/Candle на компьютере студента.

**Электронные презентации:** Демонстрация интерфейсов управления программой.

#### **Задания для самостоятельной практики:**

Настройка подключения к оборудованию.

Запуск тестовых операций.

### *Раздел 3. Материалы и методы обработки*

**Учебник:** Свойства и особенности выбора материалов для фрезерования (дерево, пластик, металл).

**Таблицы-справочники:** Основные режимы и скорости обработки различных материалов.

#### **Интерактивные лабораторные работы:**

Подготовка заготовок и закрепление на рабочем столе.

Обработка различных типов поверхностей.

### *Раздел 4. CAD-CAM-разработка и подготовка чертежей*

**Рабочие тетради:** Инструкции по созданию простых векторных форм и трехмерных объектов в программах Inkscape и FreeCAD.

**Справочник:** Правила подготовки векторных изображений для САМ-обработки.

#### **Примеры заданий:**

Генерация маршрутов фрезерования.

Симуляции процессов обработки.

### *Раздел 5. Подготовка инструментов и техническое обслуживание*

**Пошаговые инструкции:** Установка и калибровка режущего инструмента.

**Видео-демонстрации:** Заточка и уход за инструментом.

**Проверочные тесты:** Диагностика возможных поломок и способы устранения ошибок.

### *Раздел 6. Реализация проектов и практика обработки деталей*

**Проектные листы:** Задания на создание реальных изделий (начиная от простого прямоугольника до сложных объемных фигур).

**Мастер-классы:** Гравировка символов и небольших декоративных элементов.

**Итоговые проекты:** Самостоятельное проектирование изделия и защита готового результата.

### *Раздел 7. Совместная работа и повышение квалификации*

**Рекомендации:** Организация группового проектирования и совместного изготовления больших объёмных изделий.

**Контрольные задания:** Тестирование практических навыков студентов.

**Финальные зачёты:** Презентация индивидуальных и коллективных проектов.

Современные образовательные технологии, применяемые при реализации программы:

**Технология развивающего обучения** - это такое обучение, при котором главной целью является не приобретение знаний, умений и навыков, а создание условий для развития психологических особенностей: способностей, интересов, личностных качеств и отношений между людьми; при котором учитываются и используются закономерности развития, уровень и особенности индивидуума.

развивающим обучением понимается новый, активно-деятельный способ обучения, идущий на смену объяснительно-иллюстративному способу.

**Технология проблемного обучения** - организация образовательного процесса, которая предполагает создание под руководством педагога проблемных противоречивых ситуаций и активную самостоятельную деятельность обучающихся по их разрешению.

**Игровые педагогические технологии** - это технологии, в основу которых положена педагогическая игра как вид деятельности в условиях ситуаций, направленных на воссоздание и усвоение общественного опыта.

**Информационно-коммуникативные технологии** - это процессы подготовки и передачи информации обучаемому, средством осуществления которых является компьютер.

#### **Технология коллективного взаимообучения**

##### **Парную работу можно использовать в трех видах:**

– статическая пара, которая объединяет по желанию двух учеников, меняющихся ролями («учитель» – «ученик»); так могут заниматься два слабых ученика, два сильных, сильный и слабый при условии взаимного расположения;

– динамическая пара: четверо учащихся готовят одно задание, но имеющее четыре части; после подготовки своей части задания и самоконтроля ученик обсуждает задание трижды (с каждым партнером), причем каждый раз ему необходимо менять логику изложения, акценты, темп и т. п., т. е. включать механизм адаптации к индивидуальным особенностям товарища;

– вариационная пара, в которой каждый член группы получает свое задание, выполняет его, анализирует вместе с учителем, проводит взаимообучение по схеме с остальными тремя товарищами, в результате каждый усваивает четыре порции учебного содержания.

**Метод проектов** - педагогическая технология, интегрирующая в себе исследовательские, поисковые, проблемные методы, творческие по своей сути.

**Здоровьесберегающая образовательная технология** - система, создающая максимально возможные условия для сохранения, укрепления и развития духовного, эмоционального, интеллектуального, личностного и физического здоровья всех субъектов образования (учащихся, педагогов и др.). В эту систему входит:

1. Использование данных мониторинга состояния здоровья детей, проводимого медицинскими работниками, и собственных наблюдений в процессе реализации образовательной технологии, ее коррекция в соответствии с имеющимися данными.

2. Учет особенностей возрастного развития и разработка образовательной стратегии, соответствующей особенностям памяти, мышления, работоспособности, активности и т.д. детей данной возрастной группы.

3. Создание благоприятного эмоционально-психологического климата в процессе реализации технологии.

## 2.6. ПЛАН ВОСПИТАТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ

Месяц	Мероприятие	Направление	Форма проведения
Сентябрь	День знаний.	Духовно – нравственное воспитание	Беседа
	День солидарности в борьбе с терроризмом	Гражданско – патриотическое воспитание	Беседа
	Кто на новеньком?	Досуговая деятельность	Игра
Октябрь	«День города»	Гражданско – патриотическое воспитание	Тематическое моделирование
	Поздравление с Днём Учителя.	Досуговая деятельность	ВидеоОткрытка
	«Первый лёд»	Основы безопасности	Информационный урок, беседа
	Физкультпаузы на занятиях	ЗОЖ	
Ноябрь	«День согласия и примирения»	Гражданско – патриотическое воспитание	Информационный урок, беседа
	День рождения АО «Апатит»	Гражданско – патриотическое воспитание+РНК	Информационный урок, беседа
	Дни толерантности	Духовно – нравственное воспитание	Беседа
	Физкультпаузы на занятиях	ЗОЖ	
Декабрь	Полярная ночь. ПДД зимой	Основы безопасности	Беседа
	Час кода	Научно-образовательная деятельность	Тестирование
	День Конституции	Гражданско – патриотическое воспитание	Информационный урок, беседа
	К нам приходит «Новый год»	Досуговая деятельность	
Февраль	«Лавинная безопасность»	Основы безопасности	Информационный урок, беседа
	«День вывода войск из Афганистана»	Гражданско – патриотическое воспитание	Видеоматериал, беседа
	«День защитника Отечества»	Гражданско – патриотическое воспитание	Видеоматериал, беседа
	Физкультпаузы на занятиях.	ЗОЖ	
	«Валентинки»	Этическое воспитание	3D моделирование, модели и пр.
Март	Международный женский день	Духовно – нравственное воспитание	Поздравление
Апрель	Осторожно тонкий лед	Основы безопасности	Беседа
Май	День Победы	Гражданско – патриотическое воспитание	Беседы, участие в конкурсах.

## **ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ**

### **Программное обеспечение:**

Управляющая программа- Grbl URL: <https://github.com/gnea/grbl/releases>

Векторный редактор- URL: <https://inkscape.org/ru/>

3Д редактор- URL: <https://www.freecad.org/index.php?lang=ru>

### **Литература для педагогов:**

1. Колошкина, И. Е. Основы программирования для станков с ЧПУ : учебник для вузов / И. Е. Колошкина, В. А. Селезнев. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. — 260 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-10446-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/565801>
2. Глебов И. Т. Обработка древесины на станке с ЧПУ : учебное пособие / И. Т. Глебов. — Санкт-Петербург: Лань, 2020. — 140 с. : ил. — (Учебники для вузов. Специальная литература). — Текст : непосредственный.
3. Глебов И. Т. Основы программирования станков с ЧПУ для фрезерования древесины : учебное пособие для вузов / И. Т. Глебов, В. В. Глебов. —2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 92 с. : ил. — Текст : непосредственный.
4. Технология работы на станках с ЧПУ : учебное пособие для среднего профессионального образования / Д. Г. Мирошин, Е. В. Тюгаева, О. В. Костина. — Москва : Издательство Юрайт, 2021. — 194 с. — (Профессиональное образование). — Текст : непосредственный.
5. Пайвин А.С., Чикова О.А. Основы программирования станков с ЧПУ [Текст]: Учебное пособие «Основы программирования станков с ЧПУ» для студентов направления подготовки: Технология и предпринимательство (для ООП «050100.62 – Педагогическое образование») внутривузовский компонент / Урал. гос. пед. ун-т. – Екатеринбург, 2015. – 102с.

### **Литература для обучающихся:**

1. Турчин, Д. Е. Программирование обработки на станках с ЧПУ : инфра-инженерный самоучитель / Д. Е. Турчин. — Москва : Инфра-Инженерия, 2022. — 384 с.
2. Обработка деталей на станках с ЧПУ : учебное пособие / Московский автомобильно-дорожный институт. — Москва : МАДИ, 2019. — 248 с.

### **Электронные ресурсы:**

Тематический форум: [сайт]. URL: <http://https://cnc3018.ru/>

Плейлист про ЧПУ CNC 3018 PRO ]. URL: <https://rutube.ru/plst/33621/>

## Календарный учебный график на 2025/26 учебный год

N п/п	Дата	Форма занятия	Кол-во часов	Тема занятия	Место проведения	Форма контроля
1	Сентябрь	групповая	2	Что такое ЧПУ-фрезерный станок. История развития и применение	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
2	Сентябрь	групповая	2	Устройство и принцип работы станка CNC 3018	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
3	Сентябрь	групповая	2	Меры предосторожности и техника безопасности	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
4	Сентябрь	групповая	2	Первые шаги: включение и выключение станка	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
5	Сентябрь	групповая	2	Первые шаги: включение и выключение станка	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
6	Сентябрь	групповая	2	Настройки координатной сетки и нулевых точек	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
7	Октябрь	групповая	2	Настройки координатной сетки и нулевых точек	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
8	Октябрь	групповая	2	Настройки координатной сетки и нулевых точек	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
9	Октябрь	групповая	2	Первая пробная обработка поверхности	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
10	Октябрь	групповая	2	Первая пробная обработка поверхности	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
11	Октябрь	групповая	2	Первая пробная обработка поверхности	ул. Дзержинского, д.9а	Беседа, практическая

					ЦДТ «Хибины»	работа, наблюдение, опрос
12	Октябрь	групповая	2	Базовые элементы Inscape	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
13	Октябрь	групповая	2	Создание простейшей векторной формы	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
14	Октябрь	групповая	2	Создание простейшей векторной формы	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
15	Октябрь	групповая	2	Векторная графика и конвертация в DXF	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
16	Ноябрь	групповая	2	Подготовка и генерация траекторий обработки векторной формы и симуляция процесса	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
17	Ноябрь	групповая	2	Базовые элементы Free CAD	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
18	Ноябрь	групповая	2	Основы построения трехмерных моделей	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
19	Ноябрь	групповая	2	Основы построения трехмерных моделей	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
20	Ноябрь	групповая	2	Основы построения трехмерных моделей	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
21	Ноябрь	групповая	2	Пространственное моделирование и импорт геометрии в САМ-программу	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
22	Ноябрь	групповая	2	Генерация траекторий обработки и симуляция процесса	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос

23	Ноябрь	групповая	2	Генерация траекторий обработки и симуляция процесса	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
24	Декабрь	групповая	2	Пространственное моделирование и импорт геометрии в САМ-программу	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
25	Декабрь	групповая	2	Расширенный эксперимент по проектированию простой детали	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
26	Декабрь	групповая	2	Candle (GrblControl) Первичная установка программы на компьютер и подключение	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
27	Декабрь	групповая	2	GrblControl Candle Интерфейс Интерфейс управления и базовая навигация	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
28	Декабрь	групповая	2	Панели. Цвета. Шрифт.	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
29	Декабрь	групповая	2	Информация о станке. Управление. Соединение. Отправка файла.	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
30	Декабрь	групповая	2	Команды. Карта высот. Парсер. Визуализатор	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
31	Декабрь	групповая	2	Модель фрезы. Консоль	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
32	Январь	групповая	2	GrblControl Candle Как настроить программу	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
33	Январь	групповая	2	Состояние. Управление. G-код программа.	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос

34	Январь	групповая	2	Панель Шпиндель. Панель Коррекция. Панель Перемещение.	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
35	Январь	групповая	2	Выбор материала для обработки: свойства дерева, пластика, металла	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
36	Январь	групповая	2	Методы фрезерования: контурный рез, выборка и гравировка	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
37	Январь	групповая	2	Режимы резки и скорость подачи	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
38	Январь	групповая	2	Определение глубины обработки и контроль точности	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
39	Февраль	групповая	2	Практика по подготовке материала и установке заготовки	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
40	Февраль	групповая	2	Практика по подготовке материала и установке заготовки	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
41	Февраль	групповая	2	Экспериментальная обработка различных материалов	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
42	Февраль	групповая	2	Экспериментальная обработка различных материалов	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
43	Февраль	групповая	2	Экспериментальная обработка различных материалов	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
44	Февраль	групповая	2	Инструмент и оснастка для фрезерования	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос

45	Февраль	групповая	2	Создание базы данных фрез в ПО	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
46	Февраль	групповая	2	Создание базы данных фрез в ПО	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
47	Март	групповая	2	Установка и замена фрез на станке	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
48	Март	групповая	2	Правильная заточка и эксплуатация инструмента	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
49	Март	групповая	2	Замена шпинделя и диагностика неисправностей	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
50	Март	групповая	2	Периодичность обслуживания и чистка станка	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
51	Март	групповая	2	Диагностика проблем и устранение неполадок	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
52	Март	групповая	2	Проектная деятельность. Этапы реализации.	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
53	Март	групповая	2	Практическое упражнение: простая форма, прямоугольники и квадраты	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
54	Март	групповая	2	Обработка отверстий и крепежных элементов	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
55	Апрель	групповая	2	Круглая и криволинейная контурная обработка	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
56	Апрель	групповая	2	Круглая и криволинейная контурная обработка	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос

57	Апрель	групповая	2	Сложные формы: рельеф и градиентная глубина	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
58	Апрель	групповая	2	Сложные формы: рельеф и градиентная глубина	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
59	Апрель	групповая	2	Гравировка текста и логотипов	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
60	Апрель	групповая	2	Мини-проект: производство небольшого сувенира	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
61	Апрель	групповая	2	Мини-проект: производство небольшого сувенира	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
62	Апрель	групповая	2	Мини-проект: производство небольшого сувенира	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
63	Апрель	групповая	2	Комплексный проект: совместное изготовление объемной фигуры. Теоретические аспекты.	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
64	Май	групповая	2	Комплексный проект: совместное изготовление объемной фигуры	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
65	Май	групповая	2	Комплексный проект: совместное изготовление объемной фигуры	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
66	Май	групповая	2	Реализация индивидуального проекта	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
67	Май	групповая	2	Реализация индивидуального проекта	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
68	Май	групповая	2	Реализация индивидуального проекта	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос

69	Май	групповая	2	Реализация индивидуального проекта	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
70	Май	групповая	2	Реализация индивидуального проекта	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
71	Май	групповая	2	Практикумы и испытания созданных конструкций	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
72	Май	групповая	2	Защита готовых проектов работ	ул. Дзержинского, д.9а ЦДТ «Хибины»	Беседа, практическая работа, наблюдение, опрос
Итого			144			