1. **Паспорт программы:**

**Наименование профессионального направления**

Специалист по аддитивным технологиям

Автор программы: Казаков Алексей Владимирович, педагог дополнительного образования, инженер хайтек мастерской.

Контакты автора: Чувашская Республика, г.Чебоксары, kazakov81\_81 @mail.ru, 89278498708

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Уровень сложности | Формат проведения | Время проведения | Возрастная категория | Доступность для участников с ОВЗ |
| базовый | очная | 90 минут | 6-7 класс | невозможность проведения пробы в группах с ОВЗ |

1. **Содержание программы**

**Введение (5/10 мин)**

1. Краткое описание профессионального направления

Термин «аддитивное производство» подразумевает технологии по созданию объектов за счет нанесения последовательных слоев материала. Модели, изготовленные аддитивным методом, могут применяться на любом производственном этапе – как для изготовления опытных образцов (т.н. быстрое прототипирование), так и в качестве самих готовых изделий (т.н. быстрое производство).

**3D-печать** или «аддитивное производство» – процесс создания цельных трехмерных объектов практически любой геометрической формы на основе цифровой модели. 3D-печать основана на концепции построения объекта последовательно наносимыми слоями, отображающими контуры модели. Фактически, 3D-печать является полной противоположностью таких традиционных методов механического производства и обработки, как фрезеровка или резка, где формирование облика изделия происходит за счет удаления лишнего материала.

Изготовление прототипов — это создание опытных образцов или моделей с целью их демонстрации, оценки внешнего вида и удобства использования, а также изучения перспектив реализации готового изделия. Прототип создается в соответствии с проектными критериями и заданными характеристиками с возможностью их последующей корректировки. Следует отметить, что изготовление прототипа не повышает, а снижает трудозатраты, поскольку позволяет определиться с выбором модификаций, материалов и комплектующих до запуска изделия в массовое производство. Окончательный вариант формируется в процессе тестирования и изучения функциональности опытной модели.

Создание прототипов осуществляется при помощи печати на 3D-принтере. Работа оператора требует инженерных, интеллектуальных и творческих навыков. Не менее важными качествами являются аккуратность, внимательность и усидчивость. В должностные обязанности оператора входит подготовка материалов к печати, создание трехмерных моделей и отправка файлов на печать при помощи специального программного обеспечения, а также техническое обслуживание 3D-принтера; при необходимости – устранение неполадок и выполнение ремонтных работ.

1. Место и перспективы профессионального направления в современной экономике региона, страны, мира

Аддитивные технологии охватывают все новые сферы деятельности человека. Дизайнеры, архитекторы, археологи, палеонтологи и представители других профессий используют 3D-принтеры для реализации различных идей и проектов

Активно создаются роботизированные комплексы для «печати» быстротвердеющими бетонными смесями. Все эти работы ведутся при активной поддержке государства и бизнеса из различных источников. Особое внимание уделяется разви- 7 тию технологий DMF – Direct Metal Fabrication – непосредственного выращивания из металла. Эту технологию рассматривают в качестве одной из стратегических технологий для освоения в первую очередь в аэрокосмической и оборонной отраслях.

Аддитивные технологии в производстве используются для изготовления на базе аддитивного оборудования оснастки для изготовления продукции, ее дизайна, прототипов и моделей, а также готовой продукции.

Основными потребителями аддитивного оборудования в промышленности являются сегменты авиастроения (33 процента), атомной промышленности (30 процентов), медицины (11 процентов), оборонно-промышленного комплекса (13 процентов), ракетно-космического комплекса (7 процентов) и судостроения (5 процентов).

Отрасль аддитивных технологий в Российской Федерации представлена производственными, научно-производственными, проектными и научными организациями, отраслевыми образовательными организациями и профессиональными объединениями.

1. Необходимые навыки и знания для овладения профессией

***Аддитивное производство*** (АП) включает в себя ряд этапов:

* проектирование в среде САПР;
* преобразование в STL-файлы;
* перенос STL-файла в машину аддитивного производства и манипулирование этими файлами;
* настройка машины;
* изготовление;
* извлечение изделия;
* последующая обработка (постобработка);
* применение.
* Проектирование в среде САПР. Изготовление любых деталей с использованием АП начинается с создания виртуальной модели с помощью специального программного обеспечения для твердотельного моделирования, которое полностью описывает геометрическую форму и размеры внешней поверхности изделия. На выходе получают трехмерное представление твердого тела или его поверхности.
* Преобразование в STL-файлы. Программное обеспечение САПР для твердотельного моделирования выводит файлы в формате STL (Stereo Lithography). В файлах описаны внешние замкнутые поверхности изначальной САПР-модели, формирующие основу для расчета слоев.
* Перенос STL-файла в машину аддитивного производства и манипулирование этими файлами. STL-файл с описанием изделия передается в машину АП, где производится исправление размеров, позиционирование и ориентация для изготовления изделия.
* Настройка машины. Перед началом изготовления машину АП необходимо настроить. Устанавливают параметры изготовления, например пределы использования материала, источник энергии, толщину слоя и т.д.
* Изготовление. Изготовление изделия представляет собой большей частью автоматизированный процесс, выполняемый практически без контроля оператора.
* Извлечение изделия. Для извлечения изделие требуется провести некоторые манипуляции с машиной, в которую встроены блокировки безопасности, что обеспечить, например, снижение температуры или отсутствие активно движущихся частей.
* Последующая обработка. После извлечения изделия из машины может потребоваться его дополнительная очистка перед использованием. На этом этапе изделия могут не иметь нужную прочность или в них остаются вспомогательные поверхности, которые необходимо удалить.
* Применение. В некоторых случаях детали не требуют дополнительной обработки и после изготовления и постобработки готовы к использованию. В других случаях может потребоваться грунтовка и покраска для создания нужной текстуры поверхности и финишной обработки.

1. 1-2 интересных факта о профессиональном направлении

Аддитивные технологии – это инновационный способ производства товаров разных промышленных групп методом послойного наращивания сырья. 3D принтер – самый известный пример устройства, работающего по описываемому принципу.

Материалы, способы нанесения могут отличаться, но в каждом случае продукция производится по единому принципу – послойному наращиванию. За основу технологи берут пластик, поликарбонат, бетон, металл, живые клетки – любые материалы.

Начало использования аддитивных технологий стало прорывом для современной промышленности, открыло дополнительные возможности. Сегодня они применяются в разных отраслях:

строительство;

дизайн и архитектура;

медицина;

машиностроение;

научно-исследовательская работа;

энергетика;

электротехника;

авиационная промышленность.

Самый известный пример применения – 3D принтер. Потенциал у этого направления мощный: с годами его популярность будет набирать обороты, а сферы применения расширяться. Эксперты рынка труда прогнозируют высокий спрос на специалистов по аддитивным технологиям.

Причина растущей популярности кроется в их особенностях: внедрение послойного наращивания сокращает себестоимость изготовления товара и ускоряет процесс его производства. При этом качество конечной продукции не только не теряется, а и повышается.

Периодически в средствах массовой информации публикуются новости о создании бионических протезов, человеческих органов для пересадки, одежды, предметов быта, которые объединяет одно – все они напечатаны на 3D принтерах. В перспективе массовым станет печать автомобилей, жилых домов и других объектов капитального строительства.

1. Связь профессиональной пробы с реальной деятельностью

**Постановка задачи (3/5 мин)**

1. Постановка цели и задачи в рамках пробы

"Сегодня мы с вами попробуем сконструировать и изготовить на 3D принтерах несложное изделие...". Каждому участнику выдается распечатанная пошаговая инструкция, как моделировать данное изделие, а на большом экране демонстрируется видеоинструкция, с паузами между шагами моделирования, по мере того как участники выполняют эти шаги.

Время, отведенное на моделирование, не должно превышать часа. Желательно, чтобы за 15-20 минут до конца работы участники уже имели готовую модель. Тогда у них останется время загрузить модель в программу-слайсер и запустить 3D-печать.

**Объем печати**. В пробе базового уровня, задание включает в себя измерение физических объектов и привязку к ним размеров моделируемого изделия, поэтому масштабирование при печати производиться не должно. Сложность и размеры модели нужно выбирать так чтобы ее печать занимала не более 10-15 минут.

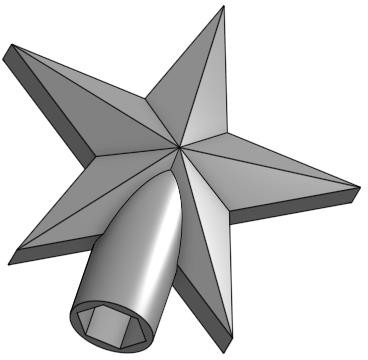
**Управление печатью**. Экспорт модели в формате .STL и установка на печать выполняется по мере готовности моделей у отдельных участников. Данная проф-проба не предполагает настройку 3D принтеров участниками. Всё, что от них требуется, это разместить модель в слайсере, выполнить слайсинг и послать модель на печать. Все действия с 3D-принтером выполняются под контролем ведущего. Параметры печати должны быть настроены заранее.

1. Демонстрация итогового результата, продукта

**Выполнение задания (15/55 мин)**

1. Подробная инструкция по выполнению задания

Предлагается вариант задания, различающегося не столько сложностью, сколько соотношением утилитарных и декоративных аспектов. Для детей младшей возрастной группы (6-7 класс) рекомендуется выбирать задание "Звёздочка". В любом случае, выбранный для моделирования объект должен иметь размеры, позволяющие распечатать его на 3D принтере за доступное в рамках данного ознакомительного занятия время (не более 15-20 минут).

**"Звездочка на карандаш"**: моделируется и печатается декоративное изделие, имеющее привязки по размерам к другим объектам. Участник должен выполнить измерение, учесть погрешность печати. Элементы модели расположены в нескольких плоскостях, и, таким образом, она имеет более "трехмерный" вид. Примером такого изделия может являться звезда на карандаш, показанная на рисунке справа (конструкции изделия может уточняться, учитывая сложность реализации необходимых элементов в выбранном САПР).

1. Рекомендации для наставника по организации процесса выполнения задания

Моделирование детали рекомендуется начать с самых простых операций. При этом следует продемонстрировать участникам профпробы как работают инструменты выдавливания, так и вращения.

При выполнении слайсинга упор сделать на размещение модели на плоскости стола в нужном положении. Использовать параметры печати для среднего качества. G-код желательно сохранять на SD-карту и печать вести с карты.

Проконтролировать начало печати, во избежание ошибок: филамент не выдавливается из сопла, не клеится на рабочий стол и пр.

**Контроль, оценка и рефлексия (7/20 мин)**

1. Критерии успешного выполнения задания

|  |  |
| --- | --- |
| Название аспекта оценки | Градация оценки |
| Качество моделирования | Модель не выполнена;  модель выполнена простейшим образом, имеет очевидные недостатки;  Модель выполнена в целом качественно, содержит незначительные изменения или доработки;  Модель выполнена качественно, творчески существенно переработана и доработана по сравнению с описанной в задании; |
| Правильность задания  размеров | Размеры заданы не были, оказались существенно неправильными;  Судя по модели, размеры были заданы неточно, проверить на готовом изделии не удалось;  Размеры в модели выглядят правильными. Проверить на готовом изделии не удалось, либо размеры подошли неточно;  Проверено на готовом изделии, всё идеально подходит. |
| Самостоятельность выполнения  задания | Участник требовал непрерывной помощи ведущего, и даже это слабо помогало;  Задание было выполнено с существенной помощью ведущего; задание выполнено в основном самостоятельно, с небольшой помощью ведущего;  Задание выполнено самостоятельно помощь или объяснения не потребовались. |
| Время выполнения задания | К концу работы модель не была закончена;  Модель была закончена, не осталось времени запустить распечатку; модель выполнена, распечатка начата, но не завершилась к концу занятия;  Объект изготовлен до конца занятия. |

1. Рекомендации для наставника по контролю результата, процедуре оценки

Большая часть размеров может быть проконтролирована в эскизах. В противном случае, если размер не задан на эскизе или не может быть вычислен исходя из значений других размеров, осуществляется измерение на модели детали и сравнение с указанным в условии.

Оцениваются параметры печати в самом слайсере, размещение модели на столе, размеры модели.

Оценивается визуально качество напечатанной модели. С помощью штангенциркуля измеряются реальные размеры прототипа.

1. Вопросы для рефлексии учащихся
2. **Инфраструктурный лист**

Выполнение профессиональных тестов по компетенции "специалист аддитивных технологий" целесообразно проводить в образовательных учреждениях, в которых уже установлено оборудование и проводится обучение детей инженерному 3D моделированию и прототипированию. Минимально необходимое оборудование, вероятно, уже имеющиеся в такой организации, включает в себя отдельное компьютерное рабочее место для каждого участника, учительский компьютер, проектор или интерактивную доску, и, хотя бы один 3D принтер на рабочем месте учителя. В оптимальной конфигурации, каждое рабочее место участника должно быть оснащено 3D принтером. Тем не менее, стандартное оборудование компьютерного класса и 3D принтеры включены в приведенный ниже инфраструктурный лист.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Рекомендуемые технические характеристики с необходимыми примечаниями** | **Количество** | **На группу/**  **на 1 чел.** |
| Программа- слайсер, например Wanhao Cura |  | 6 | на каждого |
| Программное обеспечение Autodesk Inventor (возможно также применение ПО Компас-3D компании АСКОН и ПО Creo Parametric компании PTC) | Версии 2020/2021 | 6 | на каждого |
| Системный блок (с клавиатурой и мышью) | Параметры не хуже: процессор х86-64, 3.0 ГГц или выше/DDR-3 8 GB/HDD или SSD 500Gb, видеокарта c 4 ГБ памяти. | 1 | на 1 чел |
| Монитор | С диагональю не менее 19 дюймов | 1 | на 1 чел. |
| Проектор либо интерактивная доска |  | 1 | на группу |
| 3D принтер, например Wanhao Duplicator 6 | любой FDM принтер, работающий с открытым ПО | 1 | на каждого |
| Штангенциркули цифровые |  | 1 | на каждого |
| Пластик (филамент) для 3D- печати | PET-G или PLA,  диам. 1.75, на катушках по 1кг |  | по числу  3D-принтеров |
| Лак для 3D- печати |  | 1 | на группу |
| Бокорезы, шпатели |  |  | по числу  3D-принтеров |

1. **Приложение и дополнения**

В данном разделе можно указать дополнительные источники на литературу, фотографии и видеоролики с примерами работ, а также приложить чертежи, схемы, иные значимые инструкции. Ссылки должны быть корректными и открытыми для любого пользователя.

|  |  |
| --- | --- |
| Ссылка | Комментарий |
| https://www.youtube.com/watch?v=siWeFhVHwEM | Аддитивные технологии: напечатать дом, протез, молекулу ДНК |
| <https://yadi.sk/i/ZN9PEAr0pwegfQ> | Петров Е. Е. Методические указания Получение трёхмерной модели детали с использование базовых инструментов построения геометрии |
| [http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/RU](http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/RUS/) [S/](http://help.autodesk.com/view/INVNTOR/2021/RUS/) | Справочная система Autodesk Inventor 2021 |
| [http://support.ptc.com/help/creo/creo\_pma/russian/in](http://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/russian/index.html%23page/introduction%2Fabout_PTC_creo_help.html%23) [dex.html#page/introduction%2Fabout\_PTC\_creo\_he](http://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/russian/index.html%23page/introduction%2Fabout_PTC_creo_help.html%23) [lp.html%23](http://support.ptc.com/help/creo/creo_pma/russian/index.html%23page/introduction%2Fabout_PTC_creo_help.html%23) | Интерактивная справка Creo Parametric 5.0.6.0 |
|  |  |