Министерство образования и науки Хабаровского края

Краевое государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Центр развития творчества детей (Региональный модельный центр дополнительного образования детей Хабаровского края)»

Центр технического творчества

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

прототилирование

3D-NEYAT

Министерство образования и науки Хабаровского края

Краевое государственное автономное образовательное учреждение дополнительного образования «Центр развития творчества детей (Региональный модельный центр дополнительного образования детей Хабаровского края)»

Центр технического творчества

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ: 3D-ПЕЧАТЬ

Методические рекомендации

Хабаровск 2018

Печатается по решению научно-методического совета КГБОУ ДО ХКЦРТДиЮ протокол № 1 от 26.03.2018 г.

Прототипирование: 3D-печать. Методические рекомендации / сост. Н.Г. Павлов. – Хабаровск: КГАОУ ДО РМЦ, 2018. – 20 с.

Ответственный редактор: В.В. Шевченко Ответственный за выпуск: М.Н. Никитенко Компьютерная вёрстка: В.Д. Шабалдина

Данные методические рекомендации разработаны с целью показать руководителям и педагогам дополнительного образования образовательных организаций возможности применения программы «Компас-3D» и 3D-печати в образовательном процессе.

В методических рекомендациях описаны основы работы в программном продукте «Компас-3D», ознакомление с которыми позволит разобраться с интерфейсом, приобрести навыки моделирования на уровне примитивов.

Содержание

| Введение | .4 |
|--|-----|
| 1. Применение 3D-печати на занятиях. Межпредметные связи | . 5 |
| 2. Практическая часть. Создание примитивов в «Компас-3D» | . 8 |
| 3. Создание задания на 3D-печать | 15 |
| Заключение | 20 |
| Список литературы 2 | 20 |

Введение

Технология 3D-печати ещё достаточно новая, но уже смогла продемонстрировать ряд возможностей своего огромного потенциала. Сегодня намечаются поразительные перспективы её применения в сфере образования. 3D-печать позволяет развивать межпредметные связи, открывает широкие возможности для проектного обучения, активизирует самостоятельную творческую работу. Дети осваивают новые технологии гораздо быстрее, чем взрослые. Именно поэтому 3D-печать успешно вводится в образовательный процесс в начальной и средней школе, в организациях дополнительного образования и университетах.

Данные методические рекомендации дадут педагогам преставление о программном обеспечении для построения чертежей и некоторых деталей моделей, об основах моделирования примитивных форм, созданных с помощью программного продукта «Компас-3D», помогут правильно построить занятие и подобрать задания для обучающихся.

Для изучения методического материала необходимо умение работы на ПК в операционной системе Windows, знание базовой части черчения (пространство, виды...).

1. Применение 3D-печати на занятиях. Межпредметные связи

3D-печать можно использовать почти во всех областях знаний, с которыми ребята знакомятся в образовательных организациях. Рассмотрим несколько примеров.

В *математике* применение 3D-печати при построении графиков, числовых диаграмм, уравнений позволяет учащимся наглядно рассмотреть сложные математические модели и тем самым быстрее и легче понять их. Также 3D-печать вносит элемент разнообразия в этот точный предмет.



(a) The gyroid, a triply periodic minimal surface discovered by Alan Schoen.



(b) A Seifert surface with boundary the Borromean rings.

Figure 2: Designs by Bathsheba Grossman. Рис. 1. 3D-печать в математике

В географии и геологии технология 3D-печати помогает детям

представить различные известные географические точки мира, не выходя при этом из кабинета, получить представление о геологических формациях в масштабе, который невозможно увидеть на двухмерном изображении.

Применение 3D-печати при



Рис. 2. 3D-печать в геологии

изучении *истории* делает занятия для учащихся более увлекательными и интересными. Читая главы учебника, ребята получают уникальную возможность спроектировать и распечатать на 3D-принтере копии исторических предметов, принадлежащих эпохе, о которой идёт речь.



Рис. 3. 3D-печать в истории

С большим успехом 3D-печать может применяться на занятиях *по изобразительному искусству*, ведь она позволяет по-новому взглянуть на создание новых, совершенно удивительных предметов.



Рис. 4. 3D-печать в искусстве

Например, технология 3D-печати открывает для педагогов целый ряд возможностей по направлению 3D-дизайна. С помощью 3D-печати учащиеся могут представить, как будут выглядеть в реальности спроектированные ими модели. Кроме того, предоставив к ним открытый доступ в сети Интернет, появляется возможность осуществлять дизайнерские проекты на национальном и международном уровнях. Дети из разных уголков России и других стран смогут работать над совместными проектами, а затем результат коллективной работы распечатать на 3D-принтере в своей образовательной организации.

Также исчезнет необходимость ограничиваться двухмерным экраном для демонстрации трёхмерных моделей.

Несомненно, перед будущими поколениями стоит задача раскрыть потенциал во всех областях искусства.

2. Практическая часть. Создание примитивов в «Компас-3D»

1. При запуске программы «Компас-3D» появляется стартовое окно «Вид приложения» (рис. 5).

| Вид приложения 🗙 | | | | | |
|--|----------------------|------|--|--|--|
| Заразрядная версия © 2014-2015 АСКОН-Системы проектирования КОМПАС-ЗД V16 НОМЕ Система трехмерного моделирования Не для коммерческого использования Не для коммерческого использования | | | | | |
| Стиль приложения: | Microsoft® Office 20 | 10 🗸 | | | |
| Цветовая схема: | White | ¥ | | | |
| Размер значков: | 16x16 | ¥ | | | |
| Цветные закладки документов Скругленные "корешки" панелей Расширенные всплывающие подсказки | | | | | |
| Вы можете изменять вид приложения в меню "Сервис" командой "Вид приложения" | | | | | |
| ✓ Показывать этот диалог при запуске ОК ☐рименить | | | | | |

Рис. 5. Стартовое окно «Компас-3D»

Просто нажимаем «Ок», настройка не понадобится.

2. Перед нами открывается страница выбора параметров нового документа. Приступаем к созданию детали. Для этого надо «кликнуть» соответствующий значок (рис. 6).

| 🔇 😵 Стартовая страница 🛛 | | | | | | | |
|--------------------------|-----------------|--|-------------------------|-----------|--------------|----------------|--------------|
| | 🐼 компл | AC-3D V16 | | | | | |
| | Новые возможнос | ти этой версии | ٢ | Сайт Служ | бы техническ | ой поддержки | |
| | Учебное пособие | Учебное пособие «Азбука КОМПАС-3D» | | | письмо в Слу | кбу техподдер: | 1001 |
| | Учебное пособие | Учебное пособие «Азбука КОМПАС-График» | | Сайт комп | ании АСКОН | | |
| | Форум пользоват | Форум пользователей КОМПАС | | Интернет- | магазин АСКО | ЭН | |
| | Сайт КОМПАС-3D | | | | | | |
| | | _ | | | | | |
| | Откоыль Создать | Detans Cóoxa | ратирания Технологи- | Чертеж | Фрагмент | Текстовый | Спецификация |

Рис. 6. Страница выбора параметров нового документа

3. Основой любой операции является эскиз. Эскизы располагаются на плоскостях или гранях модели. Для построения эскиза нажимаем кнопку «Эскиз» на панели «Текущее состояние» и выделяем нужную плоскость (рис. 7).



Рис. 7. Переход в «Эскиз»

После этого переходим в режим эскиза — изображение разворачивается на плоскости экрана. В правом верхнем углу появляется значок режима эскиза.

4. Создаём прямоугольник. Для этого выбираем команду



«Прямоугольник» на панели «Геометрия» (рис. 8).

Рис. 8. Инструмент рисования «Прямоугольник» Для ввода значений высоты и ширины прямоугольника можно использовать любой из двух способов: «кликнуть» в двух произвольных местах на экране либо ввести значения с клавиатуры. Для примера задаем размер высоты 50 мм, нажимаем «Enter»; затем — размер ширины 50 мм, нажимаем «Enter». «Кликаем» в любой точке для размещения получившейся фигуры (в данном примере — квадрата) (рис. 9).



Рис. 9. Создание квадрата

5. Можно выйти из режима эскиза. Для этого снова надо «кликнуть» либо на кнопку «Эскиз» на панели «Текущее состояние», либо на значок режима эскиза в правом верхнем углу рабочего поля модели (рис. 10).



Рис. 10. Кнопка выхода из режима эскиза

6. Эскиз создан. Теперь можно выполнить операцию выдавливания. Запускаем команду «Операция выдавливания» на панели «Редактирование детали» (рис. 11).



Рис. 11. Операция выдавливания

Чтобы создать объёмную фигуру, можно либо потянуть её за хот-точки в окне модели, либо ввести размер с клавиатуры (например, 50 мм); нажать «Enter» для ввода значения.

Для осуществления операции выдавливания нажимаем кнопку «Создать объект» или «Ctrl» + «Enter» с клавиатуры. Получился куб или параллелепипед в зависимости от ваших действий (рис. 12).



Рис. 12. 3D-модель, готовая к экспорту

7. Для сохранения изображения 3D-модели нажимаем кнопку «Сохранить» на стандартной панели или «Ctrl» + «S» с клавиатуры (рис. 13). Выбираем нужную папку для сохранения.



Рис. 13. Сохранение 3D-модели

8. Прежде чем отправить изображение созданной 3D-модели на 3D-принтер, необходимо сохранить его в STL-формате. Для этого в меню «Файл» нажимаем «Сохранить как...». В списке открывшегося окна выбираем тип файла «STL» (рис. 14).

| Папка: | Документы | ~ | G 🗊 🖻 | • | | |
|----------------|----------------|--|--------------|------|-----------|-------------------------|
| - | Имя | ^ | Дата измен | ения | Тип ^ | |
| | 3dsMax | | 04.03.2018 2 | 2:52 | Папка | |
| Быстрый доступ | Adobe | КОМПАС-Детали (*.m3d) КОМПАС-Сборки (*.a3d) | | 7:08 | Папка | |
| _ | Autodesk | КОМПАС-Технологические сборки | (*.t3d) | 0:43 | Папка | |
| | Autodesk Infr | Шаблон КОМПАС-Детали (*.m3t) КОМПАС-Петали 5 11 R03 (*.m3d) | | 9:21 | Папка | |
| Рабочий стол | Corel | КОМПАС-Детали V14 SP2 (*.m3d) | | 3:25 | Папка | |
| - | Curse | КОМПАС-Детали V15.1 (*.m3d) | | 1:59 | Папка | |
| - | Electronic Art | STEP AP203 (.stpstep) STEP AP214 (*.stp. *.step) | | 9:49 | Папка | Не определено имя файла |
| Библиотеки | FME | IGES (*igs, *iges) | | 0:08 | Папка | документа |
| | Gothic3Forsa | Parasolid (*x t) | | 24 | Папка | |
| | Inventor | Parasolid Binary (*x_b) | | 2:01 | Папка | |
| этот компьютер | Inventor Serv | VRML (*.wrl) | | 1:32 | Папка | Выключить просмотр |
| | Inventor Serv | BMP (*.bmp) | | 50 | Папка | |
| 1 | Inventor Serv | GIF (".gr) JPEG (*.ipg) | | 23 | Папка | |
| Сеть | lego | PNG (*.png) | | 8:38 | Папка | |
| | 4 IFCO C | TIFF (".tif) TGA (".toa) | | m | ` | |
| | | Enhanced Metafile (*.emf) | | | - | |
| | Имя файла: | C3D (*.c3d) Portable Document Format (*.pdf) | | 0 | Сохранить | |
| | Тип файла: | КОМПАС-Детали (*.m3d) | ~ | | Отмена | |

Рис. 14. Доступные форматы экспорта в «Компас-3D»

После этого справа от кнопки «Сохранить» «кликаем» на значок треугольника; в появившемся списке выбираем «Сохранить с параметрами» (рис. 15).

| < | | | > | |
|------------|-------------|--------|-------------------------|---|
| Имя файла: | Деталь.stl | ~ | Сохранить 💌 | |
| Тип файла: | STL (*.stl) | \sim | Сохранить | 1 |
| | | | Сохранить с параметрами | |
| | | | | _ |

Рис. 15. Кнопка «Сохранить с параметрами» в «Компас-3D»

Откроется окно «Параметры экспорта STL» (рис. 16). В данном окне ничего менять не надо, просто нажимаем «Ок».

| Параметры экспорта S1 | rl. | | \times |
|--|--|------------------|----------|
| Объекты | Система координа Единицы длины | начало координат | > |
| Точность аппроксинац Максинальное ли Максинальное угл Максинальное угл Максинальная дл | ии нейное отклонение овое отклонение ина ребра | 0.055 | |
| [| OK O | тмена Справка | 9 |

Рис. 16. Окно «Параметры экспорта STL»

В открывшемся новом окне выбираем формат «Текстовый» и нажимаем кнопку «Начать запись» (рис. 17).

| ✓ Текущий Документ | Выбрать документ |
|---------------------------|----------------------|
| Формат | |
| • Текстовый | 🔾 Двоичный |
| | Параметры |
| Записать в файл | Выбрать <u>ф</u> айл |
| C:\Users\Wikita\Documents | s\Деталь.stl |

Рис. 17. Окно «Запись файла формата STL»

Примитив создан и экспортирован в формат, пригодный для 3D-печати.

Для печати трехмерных моделей наиболее часто используют формат файла «STL». Поэтому для создания изображения применяются те программы, которые могут по умолчанию или при помощи плагинов экспортировать 3D-модель в данный формат. Большинство пользователей выбирает одну из трёх популярных программ: «Компас-3D», «AutodeskInventor», «Solidworks». В данных методических рекомендациях показано, как это можно сделать с помощью «Компас-3D».

Далее мы с помощью полученного файла «STL» создадим задание на печать 3D-принтеру.

3. Создание задания на 3D-печать

В 3D-принтерах используется формат «Gcode». Существует большое количество программ, которые преобразуют модели формата «STL» в «Gcode». Они называются «слайсеры» от английского слова «slice» (резать): модель «режется» на слои, и 3D-принтер в нужных координатах выдавливает пластик. Одной из таких программ является бесплатная программа «Cura».

1. При запуске слайсера «Cura» у нас появляется рабочее окно программы. Справа находится область предпросмотра модели, слева — все доступные настройки 3D-печати (рис. 18).



Рис. 18. Основное рабочее окно программы «Сига»

2. Далее нажимаем «Файл» – «Открыть». Выбираем файл «STL». Теперь мы можем увидеть загруженную модель (рис. 19).



Рис. 19. Предпросмотр будущей 3D-печати

3. После следует перейти к настройкам 3D-печати.

Основные настройки 3D-печати

• *Высота слоя* — размер одного слоя пластика. Чем меньше параметр, тем выше качество модели, но пропорционально увеличивается время печати.

• *Толщина стенки* — величина ширины стенки напечатанной 3D-модели.

• *Откат* — инструмент, позволяющий делать небольшой откат пластика при переходе на новый слой. Благодаря этому параметру снижается количество лишних нитей пластика.

• *Толщина низ/верх* — величина в мм, обозначающая толщину верхнего и нижнего основания модели.

• Плотность заполнения — процент заполнения модели пластиком, 0% – пустотелая модель, 100% – полностью заполняется внутри пластиком. • *Скорость печати* — скорость передвижения движущихся частей 3D-принтера по координатам Х,Ү.

• *Температура печати* — температура сопла. Каждый тип пластика имеет свою температуру плавления. Здесь выбираем соответствующую температуру, например: PLA – 210 C, ABS – 240 C.

• *Температура стола* — температура платформы. Некоторым видам пластика требуется подогреваемая платформа, иначе модель не будет нагрета равномерно и в процессе печати отлипнет от стола. Такие полимеры, как ABS, PETG, NEYLON, достаточно требовательны к температуре, и для них стоит выставлять температуру около 100 С.

• Тип поддержки — если модель имеет выступающие части, то её печать будет затруднительна для 3D-принтера с технологией послойной печати. Пластик должен на что-то ложиться, иначе он будет падать. Программа «Cura» строит так называемые поддержки, которые являются опорой для выступающих частей. Поддержка бывает двух типов: только от стола и везде. От стола — это значит, что поддержка будет идти только от платформы, от частей модели тянуться она не будет.

• *Тип прилипания к столу* — способы улучшения прилипания модели к столу. Возможные варианты:

– кайма — вокруг модели, не касаясь, выдавливается линия пластика, повторяющая её контур;

 – юбка — вокруг модели выдавливается линия пластика, повторяющая её контур, но прилегающая плотно к модели;

- подложка — основание модели, выполненное в виде сетки.

• *Диаметр нити* — диаметр используемой нити пластика (обычные размеры 1.75; 2.85; 3 мм).

• *Текучесть нити* — величина, показывающая, сколько процентов нити нужно протолкнуть через горячее сопло.

• *Диаметр сопла* — используемый размер сопла 3D-принтера.

| Основные Продвинутые | е Расширения | Start/End-GCode | |
|------------------------|--------------|-----------------|--------------------|
| Качество | | | |
| Высота слоя (мм) | 0.2 | | |
| Толщина стенки (мм) | 4 | | |
| Включить откат | \checkmark | | |
| Заполнение | | | |
| Толщина Низ/Верх (мм) | 0.8 | | |
| Плотность заполнения | 30 | | Рис. 20. |
| Скорость и темпера | атура | | Настройки 3D-печат |
| Скорость печати (мм/с) | 60 | | для пластика PLA |
| Температура печати (С) | 210 | | |
| Температура стола (С) | 60 | | |
| Поддержка | | | |
| Тип поддержки | Нет | ~ | |
| Тип прилипания к столу | Кайма | ~ | |
| Нить | | | |
| Диаметр (мм) | 1.75 | | |
| Текучесть (%) | 100.0 | | |
| Принтер | | | |
| Диаметр сопла (мм) | 0.4 | | |

4. После введения основных настроек можно посмотреть, как установлены слои (рис. 21). Для этого надо режим предпросмотра поменять на режим «По слоям».



Рис. 21. Послойный предпросмотр

5. В левом верхнем углу находится кнопка «Сохранить» (рис. 19), нажав которую можно сохранить готовый Gcode-файл. Под кнопкой указано, сколько времени и материала займет 3D-печать (рис. 22).



Рис. 22. Количество ресурсов, которые будут потрачены на 3D-печать

Заключение

На сегодняшний день важно повысить заинтересованность детей к обучению. Наиболее эффективным инструментом фокусировки внимания современных школьников является максимальная визуализация изучаемого предмета, а также увеличение интерактивности учебного процесса.

Если учащийся сможет прикоснуться к изучаемому предмету, потрогать и ощутить его формы, это поможет наиболее эффективно закрепить информацию в памяти, ведь на долю зрения приходится 80 % информации, воспринимаемой человеком.

Внедряя 3D-печать в образовательный процесс, педагоги совместно с учащимися могут создавать различные демонстрационные образцы для изучения физики, геометрии, химии, биологии, истории, математики и т.п., тем самым улучшая качество обучения.

В данных методических рекомендациях даётся представление о программном обеспечении «Компас-3D» и основах 3D-печати. Полученные знания педагоги могут применять в своей деятельности для ознакомления обучающихся с миром 3D-печати, создания прототипов проектной деятельности, что способствует развитию у детей пространственного мышления.

Список литературы

1. Абдус Салам. Доступная 3D-печать для науки, образования и устойчивого развития. – Изд. МЦТФ.

2. К.Ф. Шевченко. Применение 3D-печати в школах. – Изд. Томский государственный университет.