

#### Н.Г. Павлов,

педагог дополнительного образования центра технического творчества Краевого государственного автономного образовательного учреждения дополнительного образования «Центр развития творчества детей (региональный модельный центр дополнительного образования детей Хабаровского края)», г. Хабаровск

# Основы создания примитивов посредством 3D-моделирования и 3D-печати

В статье описаны возможности применения программы «Компас-3D» в образовательной деятельности, рассмотрены основы создания примитивов посредством 3D – моделирования и 3D печати. Статья будет интересна педагогам как дополнительных, так и общеобразовательных организаций. Представленный материал педагоги смогут применять в своей деятельности для ознакомления обучающихся с миром 3D-печати, создания прототипов.

Ключевые слова: 3D-печать, 3D-моделирование, примитив, обучение основам работы в «Компас-3D».

Изучение обучающимися технологии 3D-печати в образовательных учреждениях продемонстрировало поразительные перспективы ее применения, именно поэтому 3D-печать успешно вводится в образовательный процесс как в школе, так и в организациях дополнительного и профессионального образования. 3D-печать позволяет развивать межпредметные связи, открывает широкие возможности для проектного обучения, активизирует самостоятельную творческую работу детей.

3D-печать можно использовать почти во всех областях знаний, с которыми знакомятся ребята 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.



Рисунок 1 - 3D-печать в математике

В географии и геологии технология 3Dпечати помогает учащимся представить различные известные географические точки мира, не выходя из кабинета, получить представление о геологических формациях в масштабе, который невозможно увидеть на двухмерном изображении.



Рисунок 2 - 3D-печать в геологии

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



Рисунок 3 - 3D-печать в истории

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



Рисунок 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.

Овладев основам работы в «Компас-3D» обучающиеся смогут создавать всевозможные объекты. Обучение 3Д моделированию начинается с создания и печати простейших объектов и их печати на 3D принтере.

## Алгоритм создания примитива

1. При запуске программы «Компас-3D» появляется стартовое окно «Вид приложения»:

(32) разрядныя версия КОМПАС-3 Система трехмерного мо	D V16 Ноте делирования Не для ко	имерческого использовани
I Стиль приложения:	Microsoft® Office 2010	Y
Цветовая схема:	White 🗸	
Размер значков:	16x16 🗸	
🗹 Цветные закладки и	окументов	
Скругленные *корец	ики" панелей	
Расширенные всплы	вающие подсказки	
Вы можете изменять вид по	ложения в меню "Сеовис" ко	мандой "Вид приложения

## Рисунок 5 - Начальное окно настроек «Компас-3D»

Просто нажимаем «Ок»; настройка не понадобится. Перед нами открывается страница выбора параметров нового документа:

Yeefnee socolee ekalyse MOURAC-3D+     If Inneating sector is Chypothy ternologiesee     Yeefnee nocolee ekalyse KOURAC-(pages+     Societ conserver.ekalyse KOURAC-(pages+     Societ conserver.ekalyse KOURAC-     Societ conserve	Yaphwer notodiw «Adayte XO&IAC-30+  Yaphwer notodiw «Adayte XO&IAC-30+  Yaphwer notodiw «Adayte XO&IAC-30+  Yaphwer notodiw «Adayte XO&IAC-30+  Second Seco	Новые возмонности этой версии	0	Сайт Слу	NGU TERMINECE	ой поддержов	
Verdioc nacióne «Adiyas XOBIAC-(paper» <ul></ul>	Verdiner Rozdek «Addyce XXB/MC/: Pagens <ul> <li>Calif Indextees ACXICH</li> <li>Copyle Indextees ACXICH</li> <li>Copyle Indextees ACXICH</li> <li>Colif XXIM/X0.393</li> <li>Colif XXIM</li></ul>	Учебное пособне «Азбука КОЛАТАС-3D»	1	Написать	письмо в Слус	wdy textloggep	1001
Sopyu nonusupartenial SCMTMC.	Copyon Instanzamenenia KOKITANC     Copyon Instanzamenenia KO	учебное пособна «Азбука КОВГАС-Графия»		Calif I IOM	ланын Аскон		
Call'T KOMTAC 30	Calif: KONTRAC: SO	Форум пользователей КОМПИС		интернет	Marasian ACK	ж	
-		Calle KONNIAC 30					



Приступаем к созданию детали. Для этого надо «кликнуть» соответствующий значок (рисунок 6).

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 (рисунок 7). Для ввода значений высоты и ширины прямоугольника можно использовать любой из двух способов: кликнуть в двух произвольных местах на экране или 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) (рисунок 9).



Рисунок 7 - Переход в эскиз

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

Создаем прямоугольник. Для этого выбираем команду «Прямоугольник» на панели «Геометрия».



Рисунок 8 - Инструмент рисования «Прямоугольник»



Рисунок 9 - Создание квадрата

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 (рисунок 10).





Техническое творчество молодёжи № 3 (115) 2019 | Май – Июнь

После создания эскиза можно выполнить операцию выдавливания. Запускаем команду «Операция выдавливания» на панели «Редактирование детали» (рисунок 11).



Рисунок 11 - Операция выдавливания

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

Нажимаем кнопку «Создать объект» или «Ctrl» + «Enter» с клавиатуры для осуществления операции выдавливания. Получился куб или параллелепипед, в зависимости от ваших действий.



Рисунок 12 - 3D-модель, готовая к экспорту

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



Рисунок 13 - Сохранение 3D-модели

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»:

Danka:	Дакументы	*	6 7 0	•	
	Иная	*	Дата измен	ения	Тип
<b>. . .</b>	3dsMax		04.03.2018	22:52	Папка
Быстрый доступ	Adobe	KOMTAC-Berann (" m3d)		7:08	Папка
-	Autodesk	КОМПАС-Технологические сборки	(*13d)	0:43	Палка
	Autodesk inf	Шаблон КОМПАС-Детали (*.m3t)	()	0.21	Палка
Рабочий стол	Coral	KDMRAC-Detanii 5.11 R03 ("m3d)		8.25	Папи
	Curre	KOMFLAC-Detany V15.1 ("m3d)		1.50	
	Curse	STEP AP203 (".stp. * step)		1:39	Den
	Electronic An	STEP AP214 ("stp_"step)		5:49	Папка
ьиблиотеки	FME	ACIS ("ast)		0:08	Папка
	Gothic3Forsa	Parasolid (".x.t)		24	Папка
	Inventor	Parasolid Binary ("x_b)		2:01	Папка
Этот компьютер	Inventor Serv	VRML ( wd)	1984	1:32	Папка
CONTRACT STREET	Inventor Serv	BMP ("hmp)		50	Папка
	Inventor Serv	IPEG ( ma)		23	Папка
	lego	PNG ("png)		8:38	Палк
CETE	Firme	TIFF ("iit)			-
	<	TGA (*198) Enhanced Metalia (* amf)			>
	the makes	C3D (* c3d)		1000	-



Технове	ктор		
•			>
Имя файла:	Деталь.stl	~	Сохранить 💌
Гип файла:	STL (*.stl)	~	Сохранить
	an and the second se		Сохранить с параметрами

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

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

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

Параметры экспорта S	TL	×
Объекты Тела  Поверхности	Систена координат Единицы длины	миллиметры 🗸
Точность аппрокозна	ции	
Максимальное ли	нейное отклонение	
	0.0	55
Максимальное уг	ловое отклонение	
Максимальная дл	пина ребра	
	ОК Отм	ена Справка

### Рисунок 16 - Окно «Параметры экспорта STL»

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

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

#### Создание задания на 3D-печать

Для создания трехмерных моделей большинство пользователей выбирает одну из трех программ: «Autodesk Inventor», «Компас-3D», «Solidworks». Для печати трехмерных моделей наиболее часто применяют формат файла «STL». Поэтому для 3D-печати нужны только те программы, которые могут по умолчанию или при помощи плагинов экспортировать *3D*-модель в данный формат.

Запись файла формата ST	L X
Текущий Документ	Выбрать <u>д</u> окумент
Формат () Текстовый	О двоичный Параметры
Записать в файл C: Users Wikita Documents	Выбрать <u>ф</u> айл
Начать запись О	<u>і</u> мена <u>С</u> правка

### Рисунок 17 - Окно «Запись файла формата STL»

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 3Dпринтер в нужных координатах выдавливает пластик. Одной из таких программ является бесплатная программа «Cura».

С помощью полученного файла «STL» создадим задание на печать 3D-принтеру.

При запуске слайсера «*Cura*» у нас появляется рабочее окно программы. Справа находится область предпросмотра модели,

слева — все доступные настройки 3D-печати:



Рисунок 18 - Основное рабочее окно программы

Нажимаем «Файл» – «Открыть». Выбираем файл «STL». Теперь мы можем увидеть загруженную модель (рисунок 19). После следует перейти к настройкам 3Dпечати.



Рисунок 19 - Предпросмотр будущей 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 *X*, *Y*.

• 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 ее печать будет затруднительна для *3D*-принтера с технологией послойной печати. Пластик должен на что-то ложиться, иначе он будет падать вниз. 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 ее контур;

 - юбка — вокруг модели выдавливается линия пластика, повторяющая ее контур, но прилегающая плотно к модели;

	1.4	- +	4
Основные	Продвіянутые	Расширения	Start/End-GCode
Качеств	0		
Высота сл	оя (мм)	0.2	
Толщина стенки (мм) Включить откат		4	
			[]
Заполне	ение		
Толщина Н	1413/Bepx (MM)	0.8	
Плотность заполнения		30	
Скорост	ь и темпера	тура	
Скорость	печати (мм/с)	60	
Температу	/ра печати (С)	210	
Температура стола (C)		60	
Поддер	жка		
Тип подде	ержки	Нет	~
Тип прили	пания к столу	Кайма	~ -
Нить			
Диаметр (	MM)	1.75	
Текучесть	(%)	100.0	
Принтер	)		
Лиамето с		0.4	

Рисунок 20 - Настройки 3D-печати для пластика PLA

 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.

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

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



Рисунок 21 - Послойный предпросмотр

Внедряя 3D-печать в образовательную деятельность, педагоги совместно с учениками могут создавать различные демонстрационные образцы для изучения физики, геометрии, химии, биологии, истории, математики и т.п.



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

#### Библиографический список

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

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