

Ветлужских Алексей Иванович (E-mail: wanderer_666@inbox.ru)

*МОАУ ДО «Станция юных техников» города Кирова
педагог дополнительного образования*

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДОПОЛНИТЕЛЬНОМ ОБРАЗОВАНИИ НА ПРИМЕРЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОЛЬЦЕВОГО ЦВЕТОЧНОГО ОРНАМЕНТА

Ключевые слова: резьба по дереву, резной декор, орнамент, растительный орнамент, цветочный орнамент, 3D-моделирование, 3D-модель, сплайн, сплайновое моделирование, модификатор, станки с ЧПУ, файловый формат STL, управляющая программа (УП), симуляция, плёнка ПЭТ, вакуумная формовка, вакуум-формовочная машина

Воображение – это начало созидания. Вы воображаете то, что хотите; вы желаете то, что воображаете; и, наконец, вы создаёте то, что желаете

Джордж Бернард Шоу

Без тяги к прекрасному наша жизнь была бы обыденной и серой. Чтоб как-то скрасить эту обыденность человеку приходилось изобретать, фантазировать, мастерить всё своими руками, пробовать свои силы в таком увлекательном занятии, как резьба.

Резьба по дереву возникла ещё с древнейших времён. Люди изображали растения, зверей, птиц, солнце, луну и поклонялись им, считая, что вырезанные фигурки приносят в дом счастье, отгоняя злых духов и оберегая хозяев от несчастий.

Изделия из дерева прочно вошли в нашу повседневную жизнь. По разнообразию применения древесина не имеет себе равных. Из неё делается практически всё необходимое для жизни: дома, мебель, посуда, лодки, игрушки, музыкальные инструменты, предметы быта и многое другое.

Резьба явилась одним из самых ранних способов украшений из древесины. Резьбой украшали и украшают: дома, беседки, ограды, посуду, мебель, шкатулки, деревянные сувениры и многое другое.

Если раньше мастерам-резчикам приходилось вырезать декор вручную, то в наше время научно-технический прогресс широко шагнул и с этой задачей неплохо справляются фрезерные станки с числовым программным управлением, так называемые ЧПУ-станки.

Станки с ЧПУ – это в основном фрезерные, гравировально-фрезерные станки, оборудованные числовым программным управлением (ЧПУ) для автоматизированного расчёта и выполнения различных операций технологического процесса.

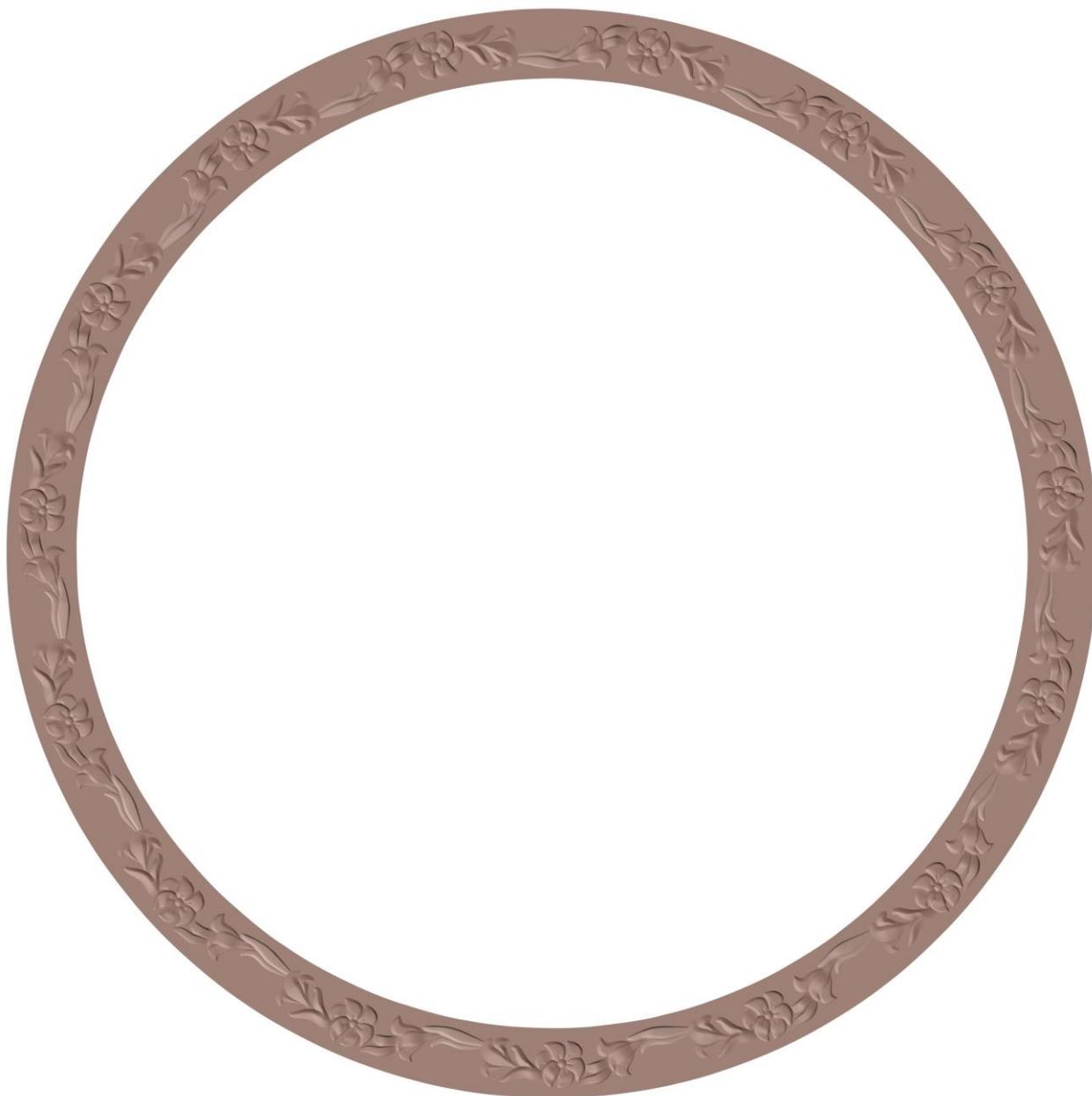


Рис. 1. Цветочный орнамент в виде кольца (3D-модель)

В данной статье рассматривается технологический процесс создания кольцевого цветочного орнамента.

1. История замысла. Работая над проектированием и изготовлением резного декора, резных элементов и изделий из дерева, поступило интересное предложение: необходимо было сделать точную деревянную копию фрагмента (элемента) из гипса, который представлен на рис. 2, в масштабе 1:1.



Рис. 2. Фотография резного элемента

Сделав компьютерную 3D-модель элемента, возникла идея: «Что, если эту 3D-модель уменьшить в масштабе (отмасштабировать) и размножить таким образом, чтобы при стыковке каждого элемента получился цветочный орнамент в виде замкнутого кольца (см. рис. 1), затем попробовать реализовать данный проект кольца в виде фрагментов-плиток шоколада, т. е. сделать пошаговый переход от 3D-модели к конечному продукту, в данном случае – к шоколаду?» Собственно этой технологии перехода и будет посвящён 2-ой пункт статьи.

3D-моделирование – это процесс создания трёхмерной модели объекта. Задача 3D-моделирования – разработать визуальный объёмный образ желаемого объекта. При этом модель может как соответствовать объектам из реального мира (автомобили, здания, ураган, астероид), так и быть полностью абстрактной (проекция четырёхмерного фрактала).

Орнамент – узор, состоящий из чередующихся элементов.

Растительный орнамент – узор, состоящий из повторяющихся элементов в виде листьев, ягод, цветов и т. д.

Цветочный орнамент – частный случай растительного орнамента.

2. Технология изготовления.

Технология изготовления базируется на разработке 3D-модели.

1-ый этап. *Создание собственного орнамента или поиск готового рисунка или фотографии орнамента в глобальной сети Интернет.*

2-ой этап. *Создание 3D-модели по готовому рисунку или фотографии в программной среде по трёхмерному моделированию.*

3D-модель будет создаваться по фотографии (см. рис. 2) в программной среде по трёхмерному моделированию Autodesk 3ds Max 2015.

Autodesk 3ds Max (панель 3D Studio MAX) – полнофункциональная профессиональная программная система для создания и редактирования трёхмерной графики и анимации, доработанная компанией Autodesk. Содержит самые современные средства для художников и специалистов в области мультимедиа. В марте 2014 года выпущена версия 17.0 этого продукта под названием Autodesk 3ds Max 2015.

Углубляться подробно в процесс 3D-моделирования необходимости нет, а вкратце можно описать основные моменты.

3D-моделирование (создание геометрии) – это один из основных этапов работы, требующий определённых навыков и знания основных команд и инструментов среды Max. Можно выделить несколько методов 3D-моделирования, которые условно разбивают на простые и сложные (см. рис. 3).

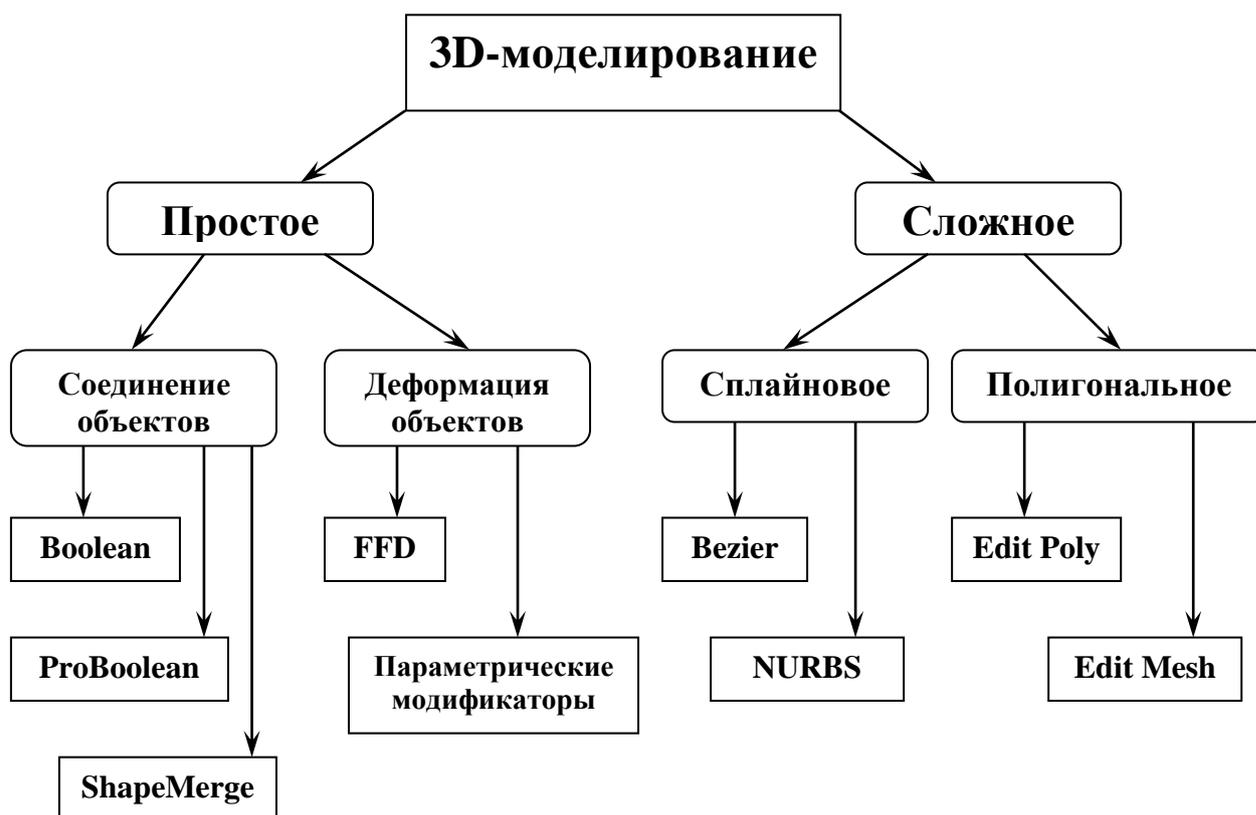


Рис. 3. Методы 3D-моделирования

К простым методам относятся деформация и соединение объектов, а к сложным – сплайновое и полигональное моделирование. Простые методы подразумевают, что мы берём примитив (геометрическую форму, например шар или куб) и деформируем его с помощью модификаторов, либо вырезаем в одном объекте отверстие формой другого объекта, например делаем дверной проём в стене, т. е. производим вычитание из первого объекта второго с помощью логической операции Boolean. А сложные методы моделирования заключаются в том, что нам придётся самим нарисовать форму или вылепить объём будущего объекта. В данном случае при создании объекта (3D-модели) применяется сплайновое моделирование.

Сплайн – плоская фигура, служащая заготовкой трёхмерного объекта, например: линия, окружность, дуга, прямоугольник, эллипс.

Модификатор – специальная операция 3ds Max, которую можно применить к объекту. Каждый модификатор имеет определённое название и наделяет объект дополнительными свойствами. Удобство работы с модификаторами состоит в том, что к одному объекту можно применить

несколько модификаторов, менять последовательность их воздействия на объект, а также перенастраивать и удалять модификаторы.

Каждый элемент декора (лепестки цветка, листочки) моделировались по отдельности с помощью сплайна Line (линия) и модификатора TurboSmooth (турбо сглаживание).

На рис. 4 показана в динамике часть цепочки создания цветочного декора.

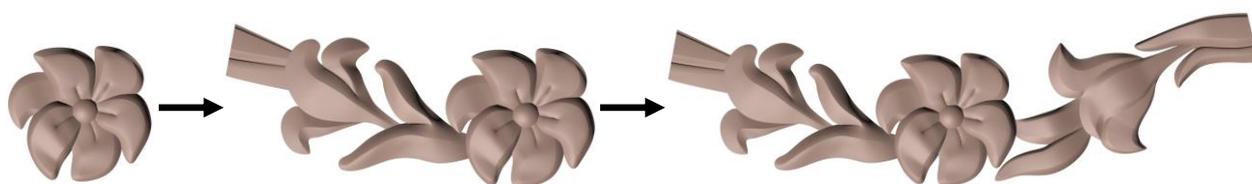


Рис. 4. Часть цепочки по созданию цветочного декора

Арочные основания модели – верхнее и нижнее (рис. 5), моделировались с помощью сплайна Arc (дуга) и модификатора Shell (толщина).

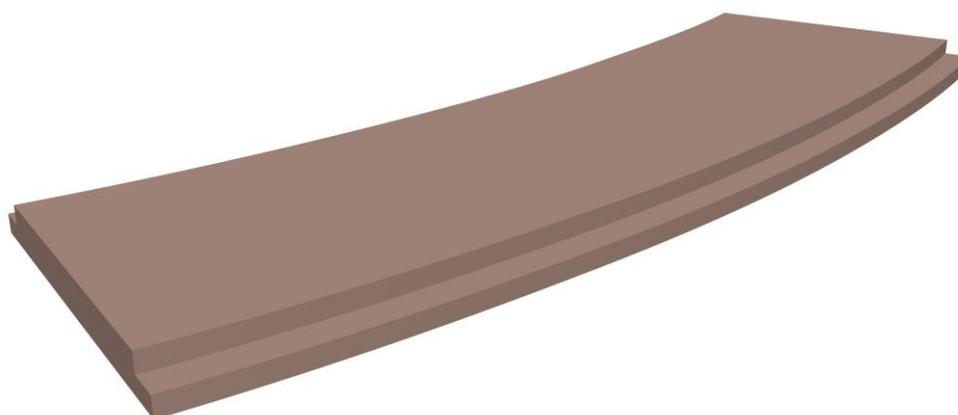


Рис. 5. Арочные основания будущей 3D-модели

Затем соединяется декор с арочными основаниями и получается модель представленная на рис. 6.

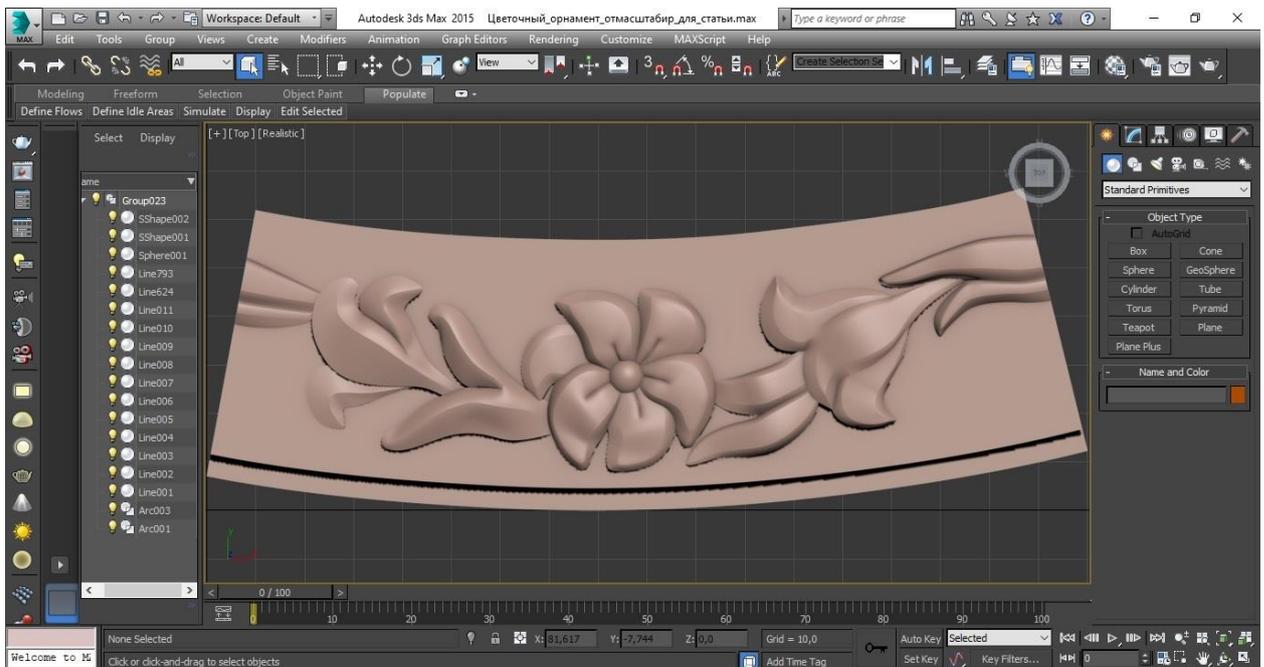


Рис. 6. 3D-модель элемента цветочного орнамента

Для создания цветочного орнамента в виде кольца дополнительно понадобятся вспомогательные построения. Вначале делаем несколько копий 3D-модели элемента цветочного орнамента, затем пристыковываем каждый элемент к элементу таким образом, чтобы получилось кольцо, потом строим окружность с помощью сплайна Circle. Подгоняем построенную окружность под размер внешнего диаметра кольца. Далее разбиваем окружность на сектора (количество секторов должно соответствовать количеству элементов). После этого, берём любой элемент (остальные элементы можно удалить) и занимаемся его подгонкой под размер сектора. После подгонки элемента, делаем его множественную копию с помощью радиального массива и у нас получается кольцо с очень точной геометрией: внешний диаметр кольца – 866 мм, количество элементов – 15 (см. рис. 7).

Для дальнейшей работы пригодится всего лишь один из 15-ти элементов. Выбираем один элемент и сохраняем его в формате STL.

Файловый формат STL – формат файла, широко используемый для хранения трёхмерных моделей объектов для использования в аддитивных технологиях. Информация об объекте хранится как список треугольных

граней, которые описывают его поверхность, и их нормалей. STL-файл может быть текстовым (ASCII) или двоичным. Своё название получил от сокращения термина «Stereolithography», поскольку изначально применялся именно в этой технологии трёхмерной печати.

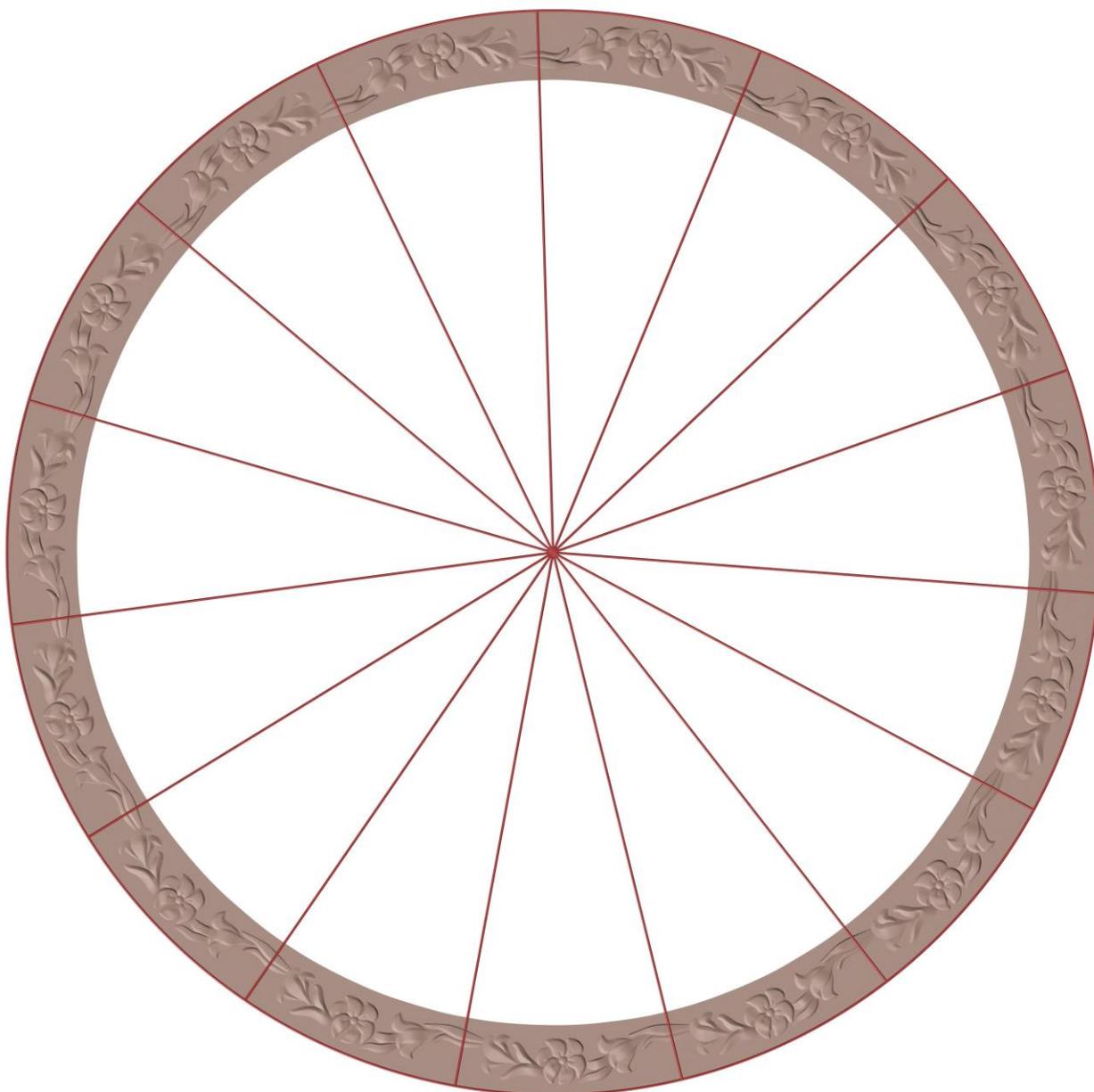


Рис. 7. 3D-модель кольцевого цветочного орнамента со вспомогательными построениями

3-ий этап. Написание управляющей программы (УП) для фрезеровки на ЧПУ-станке. Небольшая оговорка: как таковую УП в программном коде рассматривать не будем, а просто наглядно приведём, на примере симуляции, какие виды обработок использовались.

Управляющая программа (УП) – совокупность команд, соответствующая заданному алгоритму функционирования станка по обработке конкретной заготовки.

Симуляция – процесс моделирования обработки материала.

Симуляция (анимированная обработка) будет проводиться в программе Rhinoceros 5, для этого в программе должен быть установлен плагин

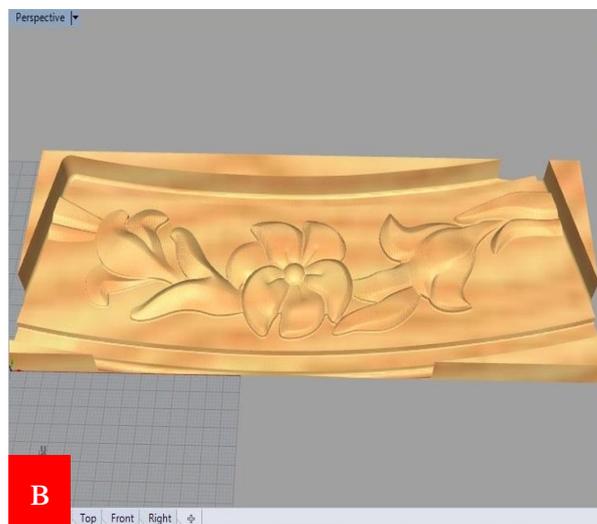
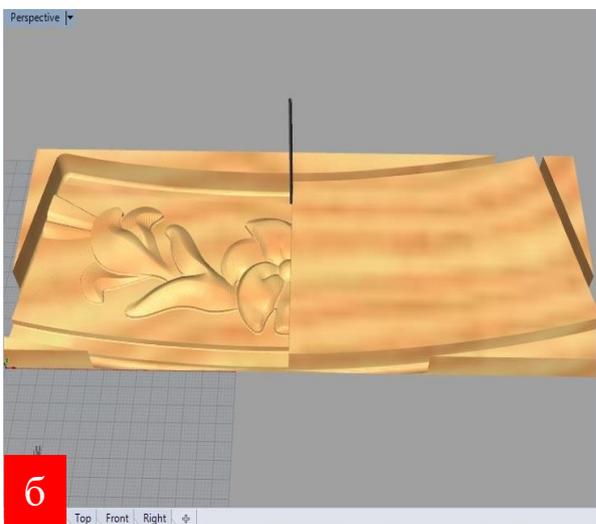
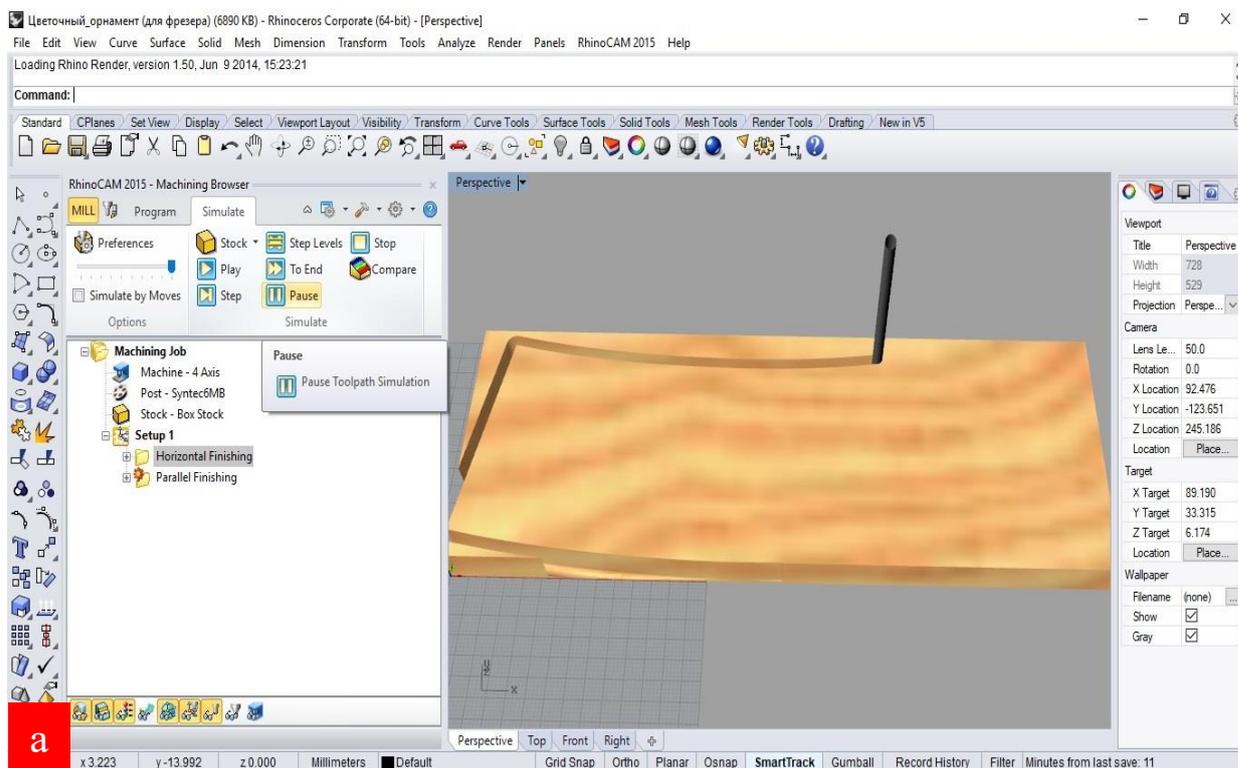


Рис. 8. Симуляция процессов обработки

RhinoCam 2015. Берётся прямоугольная заготовка размерами: 180×66×10 мм. И, первым видом обработки будет Horizontal Finishing (чистовая обработка по контуру вертикальных элементов) (см. рис. 8, а). Заготовка на рис. 8, а обрабатывается шаровой фрезой диаметром 3 мм по внешнему контуру 3D-модели. Вторым видом обработки будет Parallel Finishing (параллельная финальная обработка) (см. рис. 8, б). Заготовка на рис. 8, б обрабатывается шаровой фрезой диаметром 1 мм по параллельным траекториям, повторяющим геометрию модели (см. рис. 9). На рис. 8, в показано как будет выглядеть заготовка-модель в конечном итоге после всех обработок.

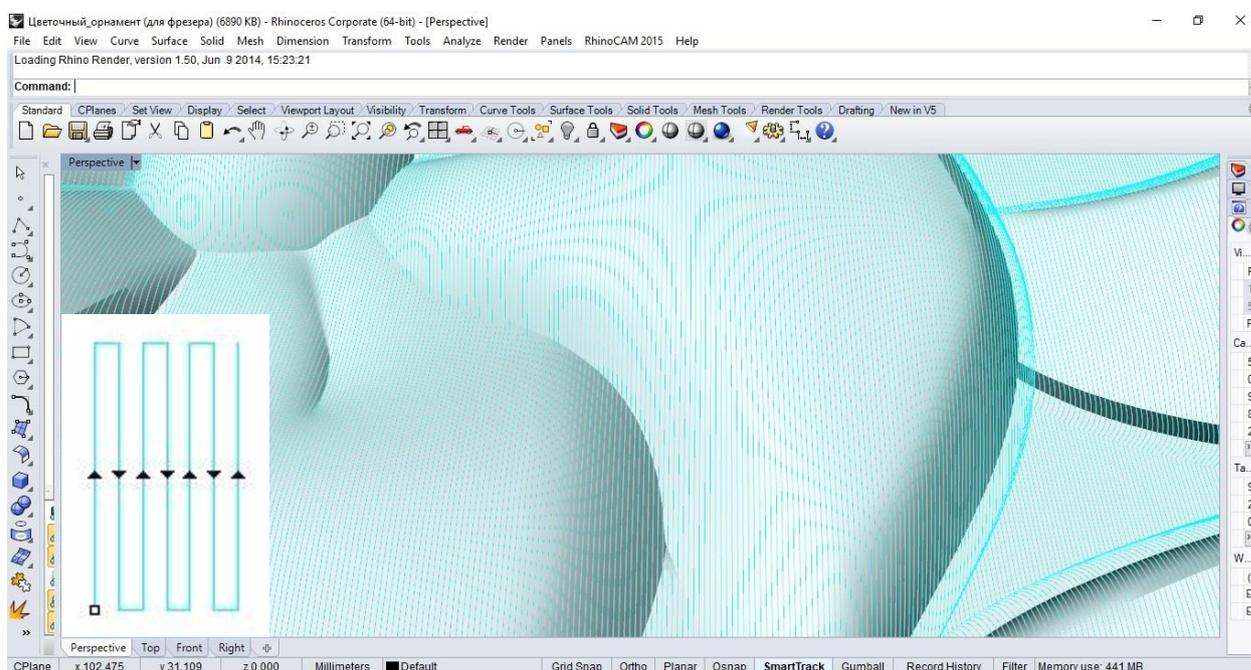


Рис. 9. Траектория следования обрабатывающего инструмента (фрезы) при финальной обработке

4-ый этап. Фрезеровка на ЧПУ-станке. Как будет обрабатываться заготовка было описано выше, но, что получилось в конечном итоге после всех описанных видов обработок смотрите на рис. 10.



Рис. 10. Заготовка-болванка после всех обработок на ЧПУ-станке (материал – дерево бук)

5-ый этап. Окончательная доработка заготовки-болванки.

Окончательная доработка заключается в обрезке лишнего материала и в шлифовке арочного основания-фона. В конечном счёте, заготовка-болванка будет выглядеть как представлено на рис. 11.



Рис. 11. Итоговый вариант заготовки-болванки

6-ой этап. Создание формы из плёнки ПЭТ в вакуум-формовочной машине.

Плётка ПЭТ (полиэтилентерефталат, ПЭТФ, ПЭТ, лавсан, майлар) – термопластик, наиболее распространённый представитель класса полиэфиров. Пластики на основе полиэтилентерефталата называются ПЭТФ (в российской традиции) либо PET (в англоязычных странах). В настоящее

время в русском языке употребляются оба сокращения, однако когда речь идёт о полимере, чаще используется название ПЭТФ, а когда об изделиях из него – ПЭТ.

Вакуумная формовка, технология горячего вакуумного формования – производство изделий из термопластичных материалов в горячем виде методом воздействия вакуума или низкого давления воздуха. Формовка осуществляется на специализированных вакуум-формовочных машинах. Эта методика применяется в основном при серийном производстве объёмных изделий из пластика, однако в ряде случаев может применяться и при единичных тиражах. Вакуумная формовка в сущности является вариантом вытяжки, при которой листовая пластик, расположенный над или под матрицей (инструментом формовки), нагревается до определённой температуры, и повторяет форму матрицы за счёт создания вакуума между пластиком и матрицей.

Буковая заготовка-болванка помещается в вакуум-формовочную машину, в которой она обтягивается нагретой плёнкой ПЭТ методом воздействия низкого давления воздуха, в результате чего из плёнки ПЭТ получается готовая форма для литья. На рис. 12 показано, как плёнкой ПЭТ обтянута заготовка-болванка после формовки, а на рис. 13 и 14 – как выглядит готовая форма для литья.



Рис. 12. Заготовка-болванка, обтянутая плёнкой ПЭТ



Рис. 13. Готовая форма для литья (вид с внешней стороны)



Рис. 14. Готовая форма для литья (вид с внутренней стороны)

7-ой этап. Один из вариантов литья по форме из плёнки ПЭТ. В качестве примера приведём литьё из трёх видов шоколада: белого, молочного и тёмного (см. рис. 15). Данную форму можно использовать не только для литья шоколада, но, например – мыла.



Рис. 15. Цветочный орнамент из 3-х фрагментов-плиток шоколада

3. Заключение. Помимо всего прочего, данную технологию можно использовать и в образовательных целях. Особенно, эта технология будет полезна педагогам дополнительного образования, занимающимся с детьми техническим творчеством. В качестве примера приведём детское объединение «Юные корабли», в котором занимаются изготовлением моделей кораблей и судов. Если раньше, чтобы сделать деревянную болванку, по которой выклеивается корпус будущей модели, требовалось самому её вручную строгать, то теперь в XXI веке необходимость в этом стала «отпадать». На рис. 16 представлена 3D-модель гоночной лодки (race boat), чей корпус (см. рис. 17), состоящий из 2-х половин (верхней и нижней), отфрезерован в ходе анимированной компьютерной симуляции (см. рис. 18, 19). Но это уже тема для другой статьи.



Рис. 16. 3D-модель гоночной лодки (race boat)

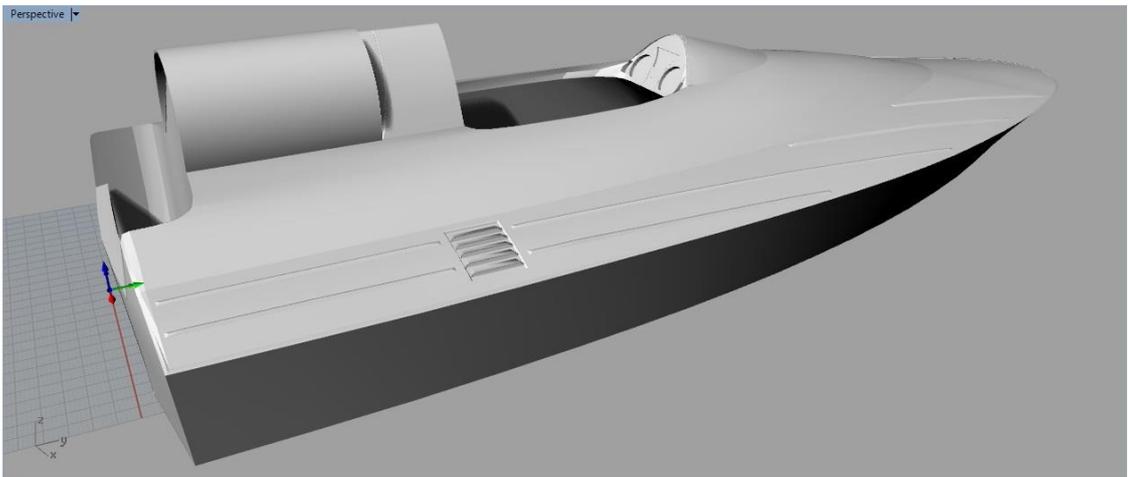


Рис. 17. 3D-модель корпуса гоночной лодки (race boat)

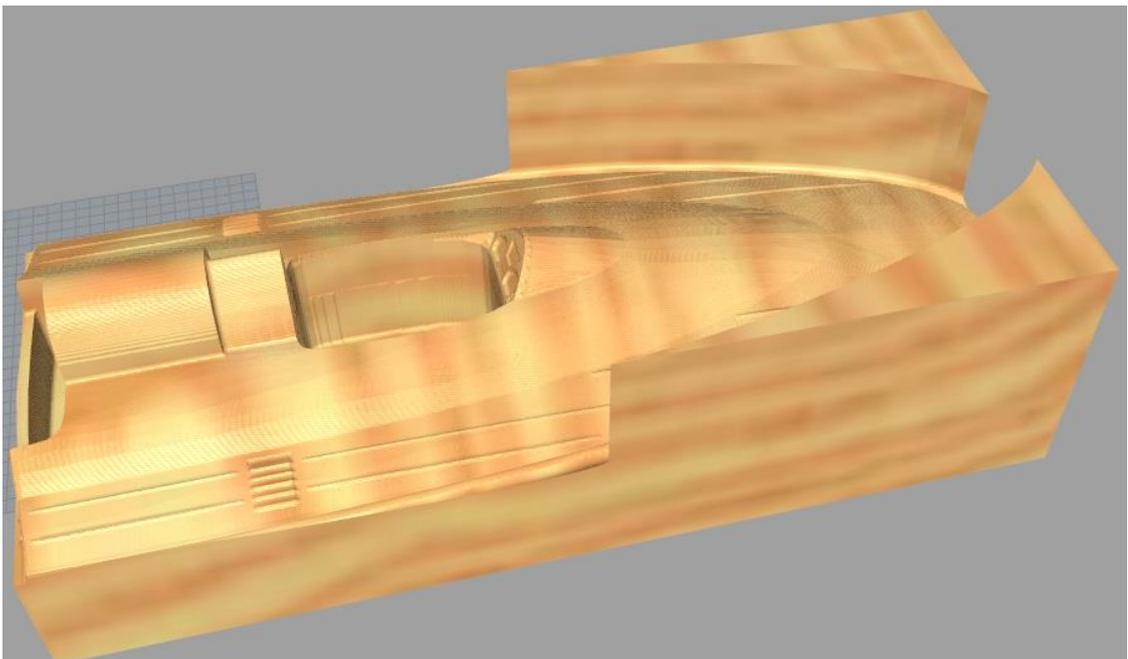


Рис. 18. Анимированный вариант фрезеровки верхней части корпуса 3D-модели гоночной лодки

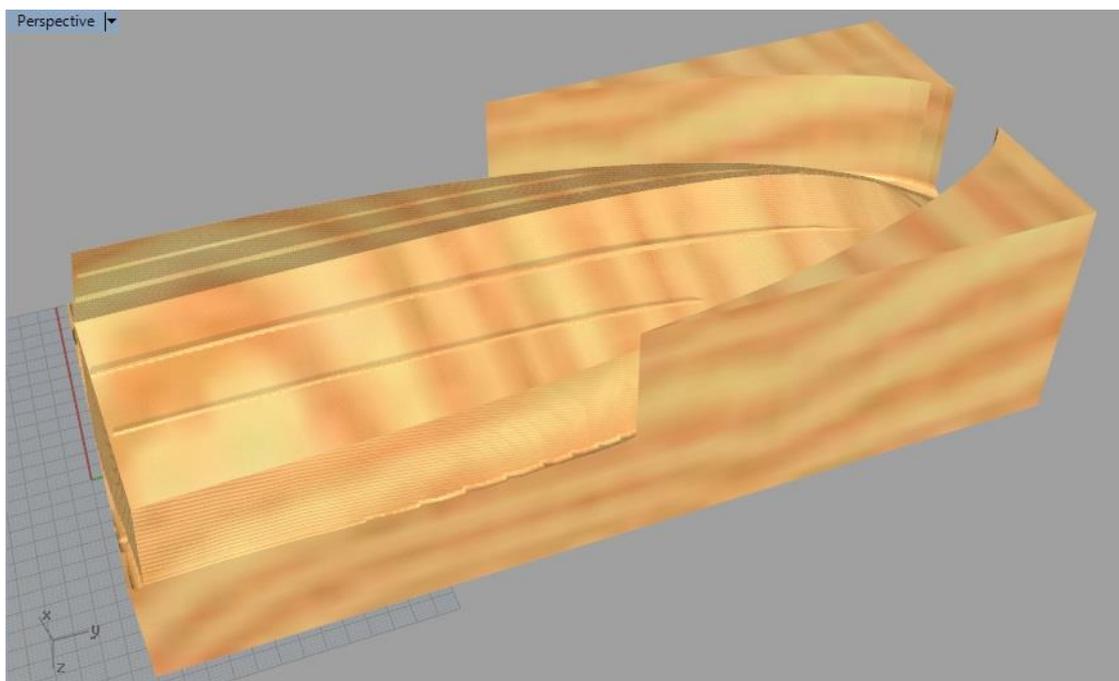


Рис. 19. Анимированный вариант фрезеровки нижней части корпуса 3D-модели гоночной лодки

P.S.

Выражаю отдельную благодарность в оказании помощи по реализации данной технологии:

- *макетной мастерской «Мастер-Макет» (<http://master-maket.ru/>) за фрезеровку на ЧПУ-станке;*
- *Солодилову Сергею Петровичу (E-mail: sergei133@mail.ru, МОАУ ДО «Станция юных техников» города Кирова) за вакуумную формовку;*
- *шоколадной фабрике «Криолло» (<https://vyatka-criollo.ru/page/view?slug=sokoladnaa-fabrika-kriollo>, г. Киров, ул. Спасская, 15) за отливку шоколада по форме.*

Список литературы и источников

1. STL (формат файла).
[https://ru.wikipedia.org/wiki/STL_\(%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%B0\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/STL_(%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%B0%D1%82_%D1%84%D0%B0%D0%B9%D0%BB%D0%B0))
2. Бесплатная 3D-модель гоночной лодки.
http://3dlenta.com/ru/catalog.html?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=345&category_id=15
3. Вакуумная формовка.
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BA%D1%83%D1%83%D0%BC%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D1%84%D0%BE%D1%80%D0%BC%D0%BE%D0%B2%D0%BA%D0%B0
4. Горелик А. Г. Самоучитель 3ds Max 2014. — СПб.: БХВ-Петербург, 2014. — 544 с.
5. Миловская О. 3ds Max 2017. Дизайн интерьеров и архитектуры. — СПб.: Питер, 2017. — 416 с.
6. Общие сведения о системах управления и станках с ЧПУ.
<http://www.studfiles.ru/preview/2688655/page:2/>
7. Полиэтилентерефталат.
<https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BE%D0%BB%D0%B8%D1%8D%D1%82%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B5%D1%84%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%B0%D1%82#.D0.9D.D0.B0.D0.B7.D0.B2.D0.B0.D0.BD.D0.B8.D1.8F>
8. Семенцов А. Ю. Резьба по дереву / А. Ю. Семенцов. — 2-е изд. — Минск: Букмастер, 2015. — 672 с.
9. Трёхмерная графика.
https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A2%D1%80%D1%91%D1%85%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%B3%D1%80%D0%B0%D1%84%D0%B8%D0%BA%D0%B0