**Автономное учреждение Удмуртской Республики**

**«Региональный центр информатизации и оценки качества образования»**

Республиканский центр детского и молодёжного технического творчества

**Разработка системы дизайна и изготовления**

**экологически чистой мебели**

**авторы:**

**Заречнев Т. М.**

**Никитин Д. А.**

**Любимов А. В.**

**Руководитель Некрасова М.В.**

**Ижевск 2016**

**Оглавление**

**Аннотация**

**Введение**

**Мебель из картона**

**Лазерный станок с ЧПУ**

**Выводы**

**Аннотация**

Автоматизировано изготовление конструкции мебели из картона, освоено программное обеспечение, помогающее дизайнеру создавать более сложные конструкции, с большим количеством функций, разного рода деталей. Кроме того, разработан специальный станок для резки гафрокартона.

На основе анализа доступных технологических решений нами был изготовлен лабораторный образец стула из гофрокартона и чехол из хлопка.

**Введение**

Молодой человек, живущий отдельно от родителей, не спешит обустроить свой дом новой традиционной мебелью. Это связано с непостоянством вкусов и экономией средств. Поэтому цель проекта разработать дизайн для производства оригинальной, экономичной, экологически чистой мебели для людей в возрасте 17 – 30 лет. Процесс дизайна мебели ускоряют использование компьютерных программ и расчет пропорциональных отношений конструкции по правилам «золотом сечения». На основе анализа доступных технологических решений нами был изготовлен лабораторный образец стула из гофрокартона и чехол из хлопка. Ключевые слова: интерьер, золотая пропорция, векторное посторенние, лазерная резка. Описание научной части проекта: Новизна проекта состоит в использовании цифровых технологий и точных математических расчетов «золотого сечения» в разработке силуэта и конструкции мебели; Разработка системы переработки вторсырья в уникальный полезный продукт, безопасный для окружающей среды.

В книге Гарельда Скот МакДональд «Введение в геометрию» (М., Наука 1966 г.) описаны способы и свойства деления в крайнем и среднем отношении золотого сечения, числа Фибоначчи, методы проективной геометрии. На сегодняшний день точные расчеты геометрического проектирования позволяют выполнять программы редактирования векторной графики, такие как Inkscape.

Для резки гофрокартона прекрасно подойдет технология лазерной резки листовых материалов. Мы нашли один экзотический способ защиты картона от горения – ламинирование его самоклеящейся монтажной пленкой и вырезывание через пленку. Лазерная резка бумаги и картона выполняется по электронному чертежу. При правильно настроенном лазерном оборудовании, картон не деформируются при резке, что позволяет вырезать даже тонкие элементы с высоким качеством и точностью. Особенностью производства гофрокартона является возможность использовать бумагу и картон, полученные из макулатуры, что положительно с точки зрения экономии ресурсов и защиты окружающей среды.

Гофрокартон состоит из трѐх слоѐв: двух плоских слоѐв картона и одного слоя бумаги между ними, имеющего волнообразную форму. Такая композиция слоѐв делает гофрок¬артон особенно жѐстким, обладающим сопротивлением как в направлении, перпендикулярном плоскости картона, так и в направлениях вдоль плоскостей. Небольшие листы однослойного картоны возможно 108 плотносклеивать в трѐхслойный картон и использовать для вырезывания больших элементов конструкции на ряду с цельными трѐхслойными листами.

**Мебель из картона**

*Производство мебели из картона*

Творческие натуры всегда находятся в поиске, куда бы направить свою неиссякаемую энергию. Лучшее место для приложения сил – ваше место обитания. Если вы уже сшили шторы и чехлы, сделали рамки для картин и фото, раскрасили декоративные тарелки, сплели пару корзиночек и связали с десяток салфеток – пора переходить к мебели.

Вряд ли ваши домашние страшно обрадуются столярной мастерской в квартире, но унять творческий зуд можно и более простым способом – станем делать мебель из картона. Ну, скажете вы, кукольные домики мы проходили в далеком детстве, а картонные ящики в роли стола – в студенческой юности. И будете не правы. Сегодня картонная мебель может быть невероятно стильной и интересной и вовсе не будет наводить гостей на мысли об оказании вам материальной помощи…

Мебель из картона изготавливают по определенной технологии, так что она получается достаточно прочной, чтобы служить по прямому назначению (столы, стулья, комоды, полки), а не просто стоять в углу как доказательство вашей творческой полноценности. Безграничные возможности для создания форм и декорирования поверхности – покраска, роспись, декупаж, объемный декупаж, обтяжка таканью и бог знает что еще – позволяют реализовать самые фантастические идеи, воплощения которых вам никогда не встретить в мебельных магазинах. Технология не особенно затратна, материалы недороги, и попробовать свои силы в этом виде прикладного творчества может практически любой.

После приобретения необходмых навыков, опыта и собственных наработок, можно попробовать организовать бизнес по производству мебели из картона.

Потребуется исходный материал, то есть обыкновенный упаковочный картон. Если вы недавно купили бытовую технику или мебель и еще не выбросили ящики – пустим их в дело. Если дома не нашлось ничего подходящего, прогуляйтесь до ближайшего магазина и попросите отдать вам упаковочную тару.

В изготовлении мебели вам пригодится любой картон. Как правило, он измеряется слоями (это маленькие волны, которые можно увидеть на срезе): чем больше слоев, тем прочнее картон. Можно встретить одно-, двух- и трехслойный картон: однослойный чаще всего используется для заполнения внутренних стенок предметов с округлыми, кривыми формами; двухслойный и трехслойный – для заполнения внутренних стенок предметов с прямыми линиями. У картона имеется лицевая (более гладкая, на которой бывают нанесены надписи) сторона и изнаночная (менее гладкая).

**Инструменты, материалы**

* Упаковочная бумага коричневого и белого цвета (для оклеивания снаружи и внутри);
* Канцелярский нож для резки картона (регулярно меняйте лезвия, чтобы качество резки было чистым) или скальпель;
* Электролобзик;
* Термоклеевой пистолет и батончики клея к нему - будьте осторожны при его использовании, т.к. клей горячий (действует моментально);
* Клей ПВА;
* Жидкий клей "Момент" (быстродействующий), используется для нанесения клея на большие поверхности;
* Клей для дерева быстродействующий (5 мин.);
* Обойный клей универсальный;
* Паркетный лак, чтобы сделать мебель непромокаемой;
* Защитный скотч, бумажный для проклейки "ребер";
* Влажная губка;
* Калька или бумага крафт;
* Металлическая линейка 50 см. где градация ноль равна началу линейки;
* Металлическая линейка 80 см. или 1 м. (употребляется для резки);
* Сантиметр;
* Карандаш;
* Резинка;
* Кисти (для клея);
* Наждачная бумага для обработки (шлифовки) срезов.
* Виды картона

В изготовлении мебели из картона используается упаковочный картон, который можно найти в мебельных магазинах, электро-бытовой техники, в автогаражах.

Большую роль играет толщина картона, которая измерятся слоями. Слой картона - это маленькие волны, из которых он состоит. Как правило, чем больше таких слоев, тем прочнее картон. В зависимости от вида мебели и/или части модели в изготовлении мебели используется одно-, дву- и трехслойный картон.

Однослойный картон чаще всего используется для заполнения внутренних стенок моделей с округлыми, кривыми формами; для заполнения внутренних стенок моделей с прямыми линиями предпочтительнее использовать дву- или трехслойный картон. Так же картон более темного цвета обычно более прочный, чем светлого.

Лицевая сторона картона более гладкая, на которой можно встретить надписи, изнанка - менне гладкая.

Очень важно учитывать направление "волн" картона, от этого зависит прочность мебели. Обычно при дублировании стенок детали мебели (состоит из двух склеенных одинаковых деталей) первая "выкраивается" на картоне, где слои (волны) направлены вертикально, вторая, наоборот, где слои идут горизонтально.

Бумага крафт (papier kraft)

Бумага крафт коричневого цвета используется только снаружи мебели. Она приклеевается клеем для обоев на законченную форму (мебель). Ее обязательно нужно разрывать, и не в коем случае не резать ножницами. Эта обработка нужна для того, чтобы сделать поверхность более гладкой, подготовить ее для дальнейшего оклеивания декоративной бумагой.

По началу бумага крафт служит для обклеивания всех ребер и швов мебели, затем уже всей площади мебели.

Бумага крафт белого цвета используется для оклеивания всей поверхности мебели, когда последующий декор делается в светлых тонах из тонкой, прозрачной бумаги. Если вас нет белого крафта, то можно использовать темный и затем покрыть одним слоем белой актилловой краской).

Когда вы делаете рисунок своей мебели, учитывайте не только гармонию форм, но и их равновесие. Это очень важно. Мебель, с большим выступом, не пропорциональным его основе, будет не устойчивой. В случае симметричной мебели, вы можете нарисовать только половину модели, вторую половину которой останется только перенести на картон. Так же не нужно забывать о пропорциях глубины и ширины будущей мебели, и, конечно же, об ее использовании.

Мебель состоит как минимум из 3-х элементов: фасад, задняя стенка и один или несколько внутренних элементов. Внутренние элементы - это части картона, на которых ставятся зарубки, в которые затем вставляются поперечные части, составляющие скелет мебели. Их число зависит от глубины мебели, а так же от желаемой устойчивости мебели, зависящей от ее форм, н-р изогнутых или с разным уровнем глубины. Мебели, глубиной 30 см, достаточно одного внутреннего элемента.

Так же необходимо подумать о будущем использовании вашей мебели, для того, чтобы определить ее структуру: мебель, на которую ставится будильник или телевизор укрепляется по-разному. Все это влияет на количество и расположение зарубок на внутреннем элементе мебели. Так же в момент проектирования мебели нужно всегда держать в голове 0,6 см. "одежды" мебели (обклейка крафт-бумагой и декоративной бумагой), которые добавятся в конечном результате по всей поверхности вашей мебели.

Чтобы сделать небольшой столик, нужно выкроить из прочного картона две детали в форме будущей столешницы (обычный прямоугольник, круг, овал или что-то еще) и нарезать полоски картона шириной, равной желаемой толщине столешницы (около 7-10 см). Затем на одну из поверхностей нанести горячий клей и наклеить полоски картона, сложенные гармошкой ребром к основе. Чем больше вы наклеите полосок, тем более прочным будет ваш столик.В результате этой операции вы получите своеобразную ячеистую поверхность. Накройте ее второй деталью столешницы и приклейте. Затем оклейте бока полосками картона, и, чтобы получить ровные края, оклейте ребра основы бумагой.

Теперь можно приступать к декорированию столешницы – ее можно окрасить, расписать или украсить вырезанными картинками, а затем покрыть лаком. Для ножек стола можно использовать картонные трубочки, на которых в хозяйственных магазинах продают клеенку или ткани (добываются таким же способом, что и картон, то есть в магазинах, где их выбрасывают). Их тоже нужно окрасить и покрыть лаком. Затем ножки с помощью все того же горячего клея приклеиваются к столешнице. Для прочности можно прорезать в нижней стороне основы отверстия и укрепить ножки в них.

Ваш столик готов. Если процесс вам понравился, а результат украсил ваш интерьер, можно двигаться дальше. Вы можете задуматься над мебелью более сложных форм, придумать новые приемы украшения мебели, вписать новый шкафчик в проем самой невероятной конфигурации. Фантазируйте и творите!

**Разработка многофункциональную лазерной установки с ЧПУ (cnc)**

Для резки картона применяют лобзик и канцелярский нож. Но это затруднительно для производства. Для резки гофрокартона прекрасно подойдет технология лазерной резки листовых материалов. Мы нашли один экзотический способ защиты картона от горения – ламинирование его самоклеящейся монтажной пленкой и вырезывание через пленку. Лазерная резка бумаги и картона выполняется по электронному чертежу. При правильно настроенном лазерном оборудовании, картон не деформируются при резке, что позволяет вырезать даже тонкие элементы с высоким качеством и точностью. Особенностью производства гофрокартона является возможность использовать бумагу и картон, полученные из макулатуры, что положительно с точки зрения экономии ресурсов и защиты окружающей среды.

Наши задачи при разработке.

1. Создать легкий термостойкий и устойчивый к вибрациям корпус;
2. Разработать двигательный механизм;
3. Изготовить детали станка;
4. Подобрать материалы и электронные составляющие;
5. Запрограммировать плату для управления шаговыми двигателями;
6. Отколибровать и протестировать опытную модель на безопасное управление.

. Сам станок состоит из алюминиевых профилей, пластиковой каробки и 3D деталей, которые распечатаны на принтере.

#### Материалы

* суппорт для направляющих ∅ 2см – 8шт
* направляющие ∅ 2см х 30см – 2шт
* направляющие ∅ 2см х 60см – 2шт
* червячная направляющая 30см – 1шт
* червячная направляющая 60см – 1шт
* ось Z для ЧПУ
* суппорт с внутренней резьбой
* гладкая втулка
* кронштейн для фрезера
* шаговые двигатели
* переходная муфта для вала двигателя (с 1см до 0.6см)
* микропереключатели – 6шт
* обжимные разъемы
* контактные разъемы с крепежной гайкой – 4шт
* штекеры для контактных разъемов – 4шт
* кабель
* алюминиевый профиль с Т-образными пазами 60х30: для рамы и верха – 65см, для стола — 315см (профиль с отверстиями в торце), вертикали — 61см (+ 4 торцевые заглушки)
* алюминиевый профиль с Т-образными пазами 120х30: боковые стороны – 61см (+ 4 торцевые заглушки)
* Т-образные болты М6
* болты и гайки М6
* подшипник 1см х 2.2см

В софте для 3D проектирования я создал макеты кронштейнов, которые будут удерживать направляющие, а также макет кронштейна для шагового двигателя, крепящий его к раме. Большой плюс 3D печати в том, что детали получаются очень точными и нет нужды их подгонять и высверливать отверстия. Итак, спроектировав необходимые детали вот в программе Ардуино, я затем распечатал их на своем 3D принтере.

В боковых концевых профилях высверлил отверстия для червячной направляющей, они должны быть немного больше диаметра самих направляющих (1см).

С помощью Т-образных и обычных болтов собрали детали вместе.

 На собранной конструкции закрепил концевые выключатели, которые будут отключать движение каретки фрезера в конечных точках.

Кабель провел про принципу «нормально замкнутый», то есть при коротком замыкании перейдет в безопасный режим. Для этого мне пришлось доработать питание блока управления и поставить кнопку экстренного выключения.

Настройка моторов: Шаговый угол моторов — 1,8 °  
Передаточное число двигателей и червячной направляющей 1:1  
Значение ЧПУ контроллера ¼ шага  
для оси Z: червячная передача 9.53мм (2.11мм ведущая), ход в мм 379,47  
для X и Y оси: червячная передача 9.53мм (5.08мм ведущая) x 381мм, ход в мм 157,48

В качестве заключительной доработки я вырезал и установил рабочую поверхность из МДФ, на которой легко и быстро размещать/менять обрабатываемые элементы.

Ну а самым последним шагом было подключение к компьютеру и его запуск на Mach3

 Первое что мы сделали после всех основных работ, так это корпус для электроники, который будет защищать электронные детали от пыли и прочих неприятностей.

 Тестирование станка прошло нормально, но выявило несколько недостатков:

— люфт оси Y. Червяк оси Y установлен в обычных суппортах, но позже я планирую установить безлюфтовые суппорты.

— при быстром движении каретки по оси Y есть легкие отклонения рамы. Причина в не сбалансированности рамы, и ее я планирую решить установкой дополнительного алюминиевого профиля, который заодно и укрепит всю раму.

— ложные срабатывания концевых выключателей. Возможна причина в наведении от не экранированного кабеля. Пришлось внести изменения в код чтобы перенастроить их срабатывание.

Доработка – регулятор скорости вращения и кнопка экстренного выключения

Фрезер, который мы установили на станок, имеет фиксированную скорость вращения фрезы, поэтому пришлось установить дополнительный регулятор скорости вращения, а именно модуль управления переменным током.

Еще в разрыв питающих проводов смонтировал кнопку экстренной остановки, которая при необходимости отключает и фрезер, и движение каретки.

**Выводы**

После приобретения необходимых навыков, опыта и собственных наработок, можно попробовать организовать свой домашний бизнес по производству мебели из картона. Кроме того, можно заняться продажей наборов, в которые будут входить лекала из бумаги в натуральную величину изделий, схема, инструкция сборки и рекомендации по дизайну. Особым спросом будет пользоваться детская (до 8-10 лет) мебель. Нарядно, необычно, красочно и главное недорого. Изготовление мебели из картона сегодня занятие модное, на Западе уже давно широко распространено, так что в Интернете можно найти и мастер-классы на фото и видео, «выкройки» для мебели, а также рассказы в блогах тех, кто уже вовсю реализует свои фантазии, и массу прекрасных примеров для вдохновения.

Продвижение нового промышленного образца к потребителю требует системы действий и активного поиска контактов с заинтересованной стороной, а также минимизации расходов производителя. Нами выбрано свободное программное обеспечение, редактор векторной графики Inkscape. Применение метода расчета силуэта и конструктивных деталей по золотой пропорции минимизирует риски эстетичности формы и прочности конструкции. Дизайнер- конструктор способен за 45-90 минут разработать силуэт мебели, рассчитать конструкцию и сделать лекала для изготовления. С помощью услуг электронных платѐжных систем удобно организовать продажу цифровых файлов. Так как на сегодняшний день существует дефицит информации подобного рода. Для минимизации отходов производства мы можем склеивать большие коробки в трѐхслойный лист картона до нужного размера, соблюдая направление флютинга. Наиболее дорогостоящим ресурсом является лазерный станок.

Мы предлагаем расширить ассортимент продукции ижевских мастерских лазерной резки. Текущие результаты и достижения проекта: Стул «Бумеранг» в феврале 2015 года был представлен на выставке инноваций, посвященной дню науки в ФГОУ ВПО «ИЖГТУ им. М.Т. Калашникова». Экспериментальные исследования на контингенте людей разных весовых категорий лабораторного образца стул «Бумеранг», показало успешность выбранных технологий и конструкции. Перспективы проекта: В ближайшее время планируется создать сайт и группы в социальных сетях для обмена информацией, пропаганды экологически чистой мебели и привлечения потребителей, инвесторов и мастеров лазерной резки для сотрудничества.

Разработка конструкции мебели из картона должна быть автоматизирована, создаётся программное обеспечение, помогающее дизайнеру создавать более сложные конструкции, с большим количеством функций, разного рода деталей. Кроме того, образцы разработанной мебели стоит презентовать в молодёжных клубах, в общественных местах.

**Литература**

1) Кики Картон Мебель из картона. Техника изготовления шаг за шагом. – М. АСТ-ПРЕСС, 2013

2) <http://www.rukomeslo.ru>

3) <http://mozgochiny.ru/>

4) http://cde.kpi.kharkov.ua/lnde/Practicum/Appl.pdf

5) junradio.com